"A model of liveliness and clarity . . . a book capable of changing how we see the world." —Michael Harris, *Los Angeles Times*

PARASITE REX

INSIDE THE BIZARRE WORLD OF NATURE'S MOST DANGEROUS CREATURES

CARL ZIMMER

WITH A NEW EPILOGUE

*f*P

carl zimmer

Özgür Basın

New York Londra Toronto Sidney Singapur

PARAZİ T

REX

Doğ anın En Tehlikeli Tuhaf

Dünyasında

yaratıklar



Ayrıca Carl Zimmer tarafından

Suyun Kenarında: Makroevrim ve
Yaşamın Dönüşümü



ÜCRETSİ Z BASIN
Simon & Schuster, Inc.'in bir bölümü.
1230 Avenue of the Americas
New York, NY 10020
www.SimonandSchuster.com

Deirdre C. Amthor tarafından tasarlanmış tır.

Amerika Birleş ik Devletleri'nde üretilmiş tir

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

Kongre Kütüphanesi Yayın Verilerini Kataloglama

Zimmer, Carl
Parasite rex: doğ anın en tehlikeli yaratıklarının tuhaf dünyasında / Carl Zimmer.
P. santimetre.
Bibliyografik referanslar ve dizin iç erir.
1. Parazitler. I. Baş lık

QL757 .Z56 2000
591.7'857—dc21
00-037593

ISBN 0-684-85638-7br/>eISBN-13: 978-0-7432-1371-4
ISBN-13: 978-0-6848-5638-4

Orijinal olarak Schmidt-Rhaesa, et al., Journal of Natural History 34 (2000): s. 338, Taylor & Francis, Ltd.

İçindekiler

önsöz:
Damar Bir Nehirdir

Önümdeki yataktaki çocuğun adı Justin'di ve uyanmak istemiyordu.
Metal bir çerçeve üzerinde süngerimsi bir mat olan yatağı, boş pencere çerçeveleri olan küçük bir beton bina olan bir hastane koğuşunda duruyordu. Hastane, tozlu geniş bir avluda, bazıları sazdan çatılı olan bu binalardan birkaçından oluşuyordu. Bana hastaneden çok bir köy gibi geldi. Hastaneleri soğuk muşambayla ilişkilendiririm, avluda memelerini yumruklayan ve kuyruklarını çırpan keçi yavrularıyla, mango ağaçlarının altındaki küçük ateşlere dayalı demir kaplarla ilgilenen hastaların anneleri ve kız kardeşleriyle değil. Hastane, Tambura adlı ıssız bir kasabanın kenarındaydı ve kasaba, Güney Sudan'da, Orta Afrika Cumhuriyeti sınırına yakındı. Hastaneden herhangi bir yöne seyahat edecek olsaydınız, küçük darı ve manyok çiftliklerinden, kırık ormanlar ve bataklıklardan geçen dolambaçlı yollardan, haçlarla kaplı beton ve tuğla cenaze kubbelerinden, şu şekildeki termit tepeciklerinden geçerdiniz. dev mantarlar, zehirli yılanlar, filler ve leoparlarla kaplı geçmiş dağlar. Ama güney Sudanlı olmadığın için, muhtemelen herhangi bir yöne gitmezdin, en azından ben oradayken. Yirmi yıldır Sudan'da güneyli kabileler ile kuzeyliler arasında bir iç savaş sürüyordu.

Ziyaret ettiğimde, isyancılar dört yıldır Tambura'nın kontrolünü elinde tutuyorlardı ve çamurlu pistine inen haftalık pervaneli uçakla gelen herhangi bir yabancının sadece asi bakıcılarla ve sadece gündüz seyahat etmesine karar verdiler.

Yataktaki çocuk Justin on iki yaşındaydı, ince omuzları ve bir kase gibi içe doğru kıvrık bir göbeği vardı. Haki bir şort ve mavi boncuklu bir kolye takmıştı; Pencere pervazının üzerinde, sazlardan örülmüş bir çuval ve her birinin sırımında metal bir çiçek bulunan bir çift sandalet vardı. Boynu o kadar şişmişti ki, başının arkasının nereden başladığını söylemek zordu. Gözleri kurbağa gibi şişmişti ve burun delikleri tıkalıydı.

"Merhaba Justin! Alo? dedi bir kadın ona. Çocuğun yatağının yanında yedi kişiydik. Orada bir kadın vardı, Mickey Richer adında Amerikalı bir doktor.
Uzun boylu, orta yaşlı bir adam olan John Carcello adında Amerikalı bir hemşire vardı. Ve dört Sudanlı sağlık çalışanı vardı. Justin hepimizi görmezden gelmeye çalıştı, sanki hepimiz çekip gidecekmişiz de o uyumaya devam edebilecekmiş gibi. "Nerede olduğunu biliyor musun?" Richer ona sordu. Sudanlı hemşirelerden biri Zande diline çevrildi. Başını salladı ve "Tambura" dedi.

Richer onu nazikçe kendi tarafına dayadı. Boynu ve sırtı o kadar sertti ki, onu kaldırdığında tahta gibi yükseldi. Boynunu bükemedi ve denediğinde, gözleri zar zor açık olan Justin, durması için inledi. "Eğer böyle bir şey olursa," dedi Sudanlılara vurgu yaparak, "bir doktor çağırın." Onu daha önce aramamış olmalarından duyduğu rahatsızlığı saklamaya çalışıyordu. Çocuğun sert boynu, ölümün eşiğinde olduğu anlamına geliyordu. Haftalardır vücudu tek hücreli bir parazit tarafından istila edilmişti ve Richer'ın ona verdiği ilaç işe yaramıyordu. Ve yüzlercesi daha vardı

Richer'in hastanesindeki hepsi aynı ölümcül hastalığa sahip olan hastalar uyku hastalığı olarak adlandırıldı.

Bazı insanların Tanzanya'ya aslanları için ya da Komodo'ya ejderhaları için gitmesi gibi ben de buraya Tambura'ya parazitleri için gelmiştim. Yaşadığım yer olan New York'ta parazit kelimesi pek bir şey ifade etmiyor ya da en azından özellikle pek bir şey ifade etmiyor. Oradaki insanlara parazitler üzerinde çalıştığımı söylediğimde bazıları "Tenyaları mı kastediyorsun?" ve bazıları "Eski eşleri mi kastediyorsunuz?" Söz kaygan. Bilimsel çevrelerde bile tanımı kayabilir. Başka bir organizmanın üzerinde veya içinde o organizma pahasına yaşayan herhangi bir şey anlamına gelebilir. Bu tanım, soğuk bir virüsü veya menenjite neden olan bakterileri içerebilir. Ancak öksüren bir arkadaşınıza parazit barındırdığını söylerseniz, göğsünde oturan, patlayıp görünen her şeyi yutmayı bekleyen bir uzaylı olduğunu kastettiğinizi düşünebilir. Parazitler kabuslara aittir, muayenehanelere değil. Ve bilim adamlarının kendileri, tarihin tuhaf sebeplerinden ötürü, bakteri ve virüsler dışında asalak olarak yaşayan her şey için bu kelimeyi kullanma eğilimindedirler .

Bu kısıtlı tanımda bile, parazitler geniş bir hayvanat bahçesidir. Örneğin Justin, hastane yatağında ölümün eşiğinde yatıyordu çünkü vücudu tripanozom adı verilen bir parazite ev sahipliği yapmıştı. Tripanozomlar tek hücreli yaratıklardır, ancak biz insanlarla bakterilerden çok daha yakından ilişkilidirler. Bir çeçe sineği tarafından ısırıldığında Justin'in vücuduna girdiler. Çeçe sineği kanını içerken tripanzomlar içeri aktı. Justin'in kanından oksijen ve glikoz çalmaya başladılar, çoğaldılar ve bağışıklık sistemini atlattılar, organlarını işgal ettiler ve hatta beynine bile sızdılar. Uyku hastalığı adını, tripansomların insanların beyinlerini bozarak biyolojik saatlerini bozarak gündüzü geceye çevirmesinden alır. Justin'in annesi onu Tambura hastanesine götürmemiş olsaydı, kesinlikle birkaç ay içinde ölecekti. Uyku hastalığı affı olmayan bir hastalıktır.

Mickey Richer dört yıl önce Tambura'ya geldiğinde, neredeyse hiç uyku hastalığı vakası yoktu ve insanlar genellikle bunun tarihe karışan bir hastalık olduğunu düşündüler. Bu her zaman böyle değildi. Binlerce yıldır uyku hastalığı, çeçe sineği menzilindeki insanları tehdit etti: Afrika'nın Sahra'nın güneyindeki geniş bir alanı. Hastalığın bir versiyonu da sığırlara saldırdı ve kıtanın geniş bölgelerini evcilleştirilmiş hayvanlardan uzak tuttu. Şu anda bile, Afrika'da uyku hastalığı nedeniyle 4,5 milyon mil kareden fazla alan sığırlara yasak ve insanların sığır yetiştirdiği yerlerde bile her yıl 3 milyon kişi uyku hastalığından ölüyor. Avrupalılar Afrika'yı kolonileştirdiklerinde, insanları çeçelerin istila ettiği yerlerde kalmaya ve çalışmaya zorlayarak dev salgınların tetiklenmesine yardımcı oldular. 1906'da, dönemin sömürge müsteşarı olan Winston Churchill, Avam Kamarası'na bir uyku hastalığı salgınının Uganda'nın nüfusunu 6,5 milyondan 2,5 milyona düşürdüğünü söyledi.

II. Dünya Savaşı'na gelindiğinde bilim adamları, frengiye karşı etkili ilaçların tripanozomları vücuttan da yok edebildiğini keşfettiler. Bunlar kaba zehirlerdi, ancak doktorlar çeçe sineklerinin yoğun olduğu yerleri dikkatlice tarayıp hastaları tedavi ettikleri takdirde parazitlerin tekrar düşük seviyelere inmesine yetecek kadar işe yaradılar. Her zaman uyku hastalığı olurdu, ama bu bir kural değil, bir istisna olurdu. 1950'ler ve 1960'larda uyku hastalığına karşı yürütülen kampanyalar o kadar etkiliydi ki bilim adamları hastalığı birkaç yıl içinde yok etmekten söz ettiler.

Ancak savaş, çökmekte olan ekonomiler ve yozlaşmış hükümetler, uyku hastalığının geri gelmesine izin veriyor. Sudan'da iç savaş, Belçikalı ve İngiliz doktorları Tambura İlçesinden uzaklaştırdı; salgınları dikkatle izliyorlardı. Tambura'dan pek de uzak olmayan bir yerde, kendi uyku hastalığı koğuşu olan terk edilmiş bir hastaneyi ziyaret ettim; şimdi eşek arıları ve kertenkelelerle dolu. Yıllar geçtikçe, Richer uyku hastalığı vakalarının yükünün önce 19'a, sonra 87'ye, sonra da yüze yükseldiğini izledi. 1997'de bir anket yaptı ve ondan Tambura İlçesindeki insanların yüzde 20'sinin - 12.000 Sudanlı - uyku hastalığı taşıdığını tahmin etti.

O yıl Richer, en azından Tambura ilçesinde parazitle savaşmayı umarak bir karşı saldırı başlattı. Hala hastalığın erken evrelerinde olan insanlar için, pentamidin ilacı ile kalçalara on gün enjeksiyon yapmak yeterliydi. Beyninde parazitler olan Justin gibiler için daha sert bir yol gerekliydi. Beyinlerindeki paraziti doğrudan öldürebilecek daha güçlü bir maddeye, melarsoprol olarak bilinen acımasız bir iksire ihtiyaçları vardı. Melarsoprol yüzde 20 arsenikten yapılmıştır. Sıradan plastik IV tüplerini eritebilir, bu nedenle Richer'in içine Teflon kadar sağlam tüpler akıtması gerekiyordu. Melarsoprol bir damardan dışarı sızarsa, çevredeki eti şişmiş, ağrılı bir kitleye dönüştürebilir; sonra en azından birkaç gün ilaçlara ara verilmeli ve en kötü ihtimalle kolun kesilmesi gerekebilir.

Justin hastaneye geldiğinde beyninde zaten parazitler vardı. Hemşireler ona üç gün boyunca melarsoprol iğneleri yaptılar ve ilaç beynindeki ve omurgasındaki makul sayıda tripanozomu sildi. Ama sonuç olarak, beyni ve omurgası, ölü parazit dokusu artıklarıyla dolmuş, bağışıklık hücrelerini uyuşukluktan çılgına çevirmişti. Justin'in beynini kavuran zehir patlamaları yaptılar. Tetikledikleri iltihap mengene gibi sıkıyordu.

Şimdi Richer, Justin'e şişliği indirmesi için steroid reçete etti. Justin iğne dolusu steroid koluna girerken uzaktan sızlandı, gözleri kötü bir rüyanın içindeymiş gibi kapalıydı. Şanslıysa, steroidler beynindeki baskıyı alırdı. Ertesi gün söyleyecekti: ya daha iyi olacaktı ya da ölmüş olacaktı.

Justin'in yatağının yanına varmadan önce birkaç gündür Richer'la seyahat ediyor, onu iş başında izliyordum. Asasının santrifüjlerde kan döndürdüğü ve parazitin izini aradığı köylere gitmiştik. Başka bir kliniğine gitmek için saatlerce araba kullanmıştık, burada insanlar tripanozomların beyne gidip gitmediğini görmek için spinal tapa alıyordu. Tambura hastanesini dolaşıp başka hastalara bakmıştık: Çığlık atarken iğne olmak için yerde tutulmak zorunda kalan küçük çocuklar, ilaç damarlarında yanarken sessizce ayağa kalkan yaşlı kadınlar, ilaçtan o kadar delirmiş bir adam insanlara saldırmaya başlamıştı ve bir direğe bağlanması gerekiyordu. Ve zaman zaman -ve şimdi Justin'e bakarken- içlerindeki parazitleri görmeye çalışıyordum. Raquel Welch ve ekip arkadaşlarının bir denizaltına tırmandıkları ve daha sonra mikroskobik boyuta küçüldüğü eski Fantastik Yolculuk filmini akla getirdi . Bir diplomatın dolaşım sisteminden geçerek beynine gidebilmesi ve onu hayati tehlike oluşturan bir yaradan kurtarabilmesi için bir diplomatın vücudundaki bir damara enjekte edilirler. Yeraltı nehirlerinden oluşan o dünyaya girmem gerekiyordu; kan akımları, damarlara geri dönene kadar gitgide küçülen atardamar dallarını takip eder ve kabaran kalbe ulaşana kadar daha büyük damarlarla birleşir. Kırmızı

kan hücreleri zıpladı ve yuvarlandı, kılcal damarları sıkıştırdı ve ardından orijinal disk şekillerine geri döndü. Beyaz kan hücreleri, bir evde kitap rafı kılığına girmiş kapılar gibi lenfatik kanallardan damarlara girmek için loblarını kullandılar. Ve aralarında tripanozomlar seyahat etti. Bir Nairobi laboratuvarında tripanozomlara mikroskop altında baktım ve oldukça güzeller. İsimleri , bir augur için Yunanca kelime olan trypanon'dan gelir. Bir kırmızı kan hücresinin yaklaşık iki katı uzunluğundadırlar, mikroskop altında gümüş rengindedirler. Vücutları şerit gibi yassıdır ama yüzdükçe matkap ucu gibi dönerler.

Laboratuvarlarda tripanozomlara bakmak için yeterince zaman harcayan parazitologlar, onlara aşık olma eğilimindedir. Başka türlü ciddi olmayan bir bilimsel makalede şu cümleyle karşılaştım: "Trypanosoma brucei, bu paraziti deneysel biyologların sevgilisi yapan birçok büyüleyici özelliğe sahiptir." Parazitologlar, tripanozomları, bir ornitolog balıkkartalıları izlerken, parazitler glikozu yutarken, onlar ceketlerini fırlatıp yenisini giyerek bağışıklık hücrelerinin peşinden kaçarken, kendilerini hayatta kalabilecek yeni biçimlere dönüştürürken, tripanozomları dikkatle izlerler. bir sineğin bağırsakları ve daha sonra insan konakçıları için mükemmel bir şekilde uyarlanmış bir forma dönüşüyor.

Tripanozomlar, güney Sudan halkının içindeki birçok parazitten yalnızca biridir. Fantastik Yolculuk tarzını derilerinin içinden geçirebilseydiniz , muhtemelen yılanlar kadar uzun ve iplikler kadar ince sarmal solucanların yanından süzüleceğiniz mermer büyüklüğünde nodüllere rastlardınız. Onchocerca volvulus adı verilen erkek ve dişi bu hayvanlar, on yıllık yaşamlarını bu nodüllerde geçirerek binlerce bebek yaparlar. Bebekler, kara bir sineğin ısırığına kapılma umuduyla onları terk eder ve derinin içinde seyahat eder. Kara sineğin bağırsağında bir sonraki aşamaya kadar olgunlaşabilirler ve böcek daha sonra onları kendi nodüllerini oluşturacakları yeni bir konağın derisine enjekte edebilir.

Bebekler kurbanın derisinden yüzerken, bağışıklık sisteminden şiddetli bir saldırıyı tetikleyebilirler. Bununla birlikte, paraziti öldürmek yerine, bağışıklık sistemi konağının derisine leopar lekeleri bırakır. Döküntü o kadar kaşınabilir ki insanlar kendilerini kaşıyarak öldebilirler. Solucanlar, gözün dış tabakasında dolaşırken, bağışıklık sisteminin yara izi bir kişiyi kör bırakabilir. Karasinekler suda yaşayan larvaları olduğu için su çevresinde kalma eğilimindedir ve bu nedenle hastalık nehir körlüğü adını almıştır. Afrika'da nehir körlüğünün kırk yaşın üzerindeki hemen hemen her insanın gözünü aldığı bazı yerler var.

Sonra Tambura'nın gine solucanları var: bacaklarından bir su toplayarak ve birkaç gün içinde sürünerek ev sahiplerinden kaçan iki ayak uzunluğundaki yaratıklar. Sonra, bir el arabasını dolduranа kadar bir skrotumun şişmesine neden olabilen fil hastalığına neden olan filarial solucanlar vardır. Bir de tenyalar var: Bağırsaklarda yaşayan, on metre uzunluğa ulaşan, her biri kendi erkek ve dişi cinsel organlarına sahip binlerce parçadan oluşan gözsüz, ağızsız yaratıklar. Karaciğerde ve kanda yaprak şeklinde parazitler bulunur. Sıtmaya neden olan, kan hücrelerini istila eden ve onları kendi hücrelerine aç yeni bir nesille patlatan tek hücreli parazitler var. Tambura'da yeterince uzun kalın ve etrafınızdaki insanlar şeffaflaşır ve parazitlerin ışıltılı takımyıldızlarına dönüşür.

Tambura göründüğü kadar garip değil. Orası sadece insanlarda gelişen parazitleri özellikle kolaylıkla bulabileceğiniz bir yer. Dünyadaki çoğu insan parazit taşır,

bakteri ve virüsleri bir kenara koysanız bile. 1,4 milyardan fazla insan bağırsaklarında yılan benzeri yuvarlak kurt Ascaris lumbricoides taşıyor; yaklaşık 1,3 milyar kan emici kancalı kurt taşır; 1 milyarda kırbaç kurdu var. Yılda iki veya üç milyon sıtmadan ölüyor. Ve bu parazitlerin çoğu azalmak yerine artıyor. Richer, Sudan'ın küçük parçasında uyku hastalığının yayılmasını yavaşlatıyor olabilir, ancak onun çevresinde yayılıyor gibi görünüyor. Yılda üç yüz bin insanı öldürebilir; muhtemelen Demokratik Kongo Cumhuriyeti'nde AIDS'ten daha fazla insanı öldürüyor. Asalak bir şekilde konuşursak, New York aslında Tambura'dan daha acayip. Ve geri adım atıp 5 milyon yıl önceki maymun benzeri bir atadan evrimimizi incelerseniz, bazı insanların keyif aldığı parazitsiz geçen yüzyıl, geçici bir ertelemedir.

Ertesi gün Justin'i kontrol ettim. Yan yatmış, bir kaseden et suyu yiyordu. Yemek yerken sırtı yatağın yanında tembelce kıvrılıyordu; gözleri artık şiş değildi; boynu yeniden esnekti; burnu temizdi. Hâlâ bitkindi ve yabancılarla konuşmaktan çok yemek yemekle ilgileniyordu. Ancak kısa süreli ertelemenin onu da kapsadığını görmek güzeldi.

Tambura gibi yerleri ziyaret ettiğimde, insan vücudunu, dış dünyadaki hiç bir şeye benzemeyen yaratıklara ev sahipliği yapan, zar zor keşfedilmiş bir yaşam adası olarak düşünmeye başladım. Ama bu gezegendeki milyonlarca türden sadece biri olduğumuzu hatırladığımda, ada bir kıtaya, bir gezegene dönüştü.

Sudan'a yaptığım geziden birkaç ay sonra, bunaltıcı ve yağmurlu arasında gidip gelen bir gecede, bir Kosta Rika ormanında yürüdüm. Elimde bir kelebek ağı vardı ve yağmurluğumun cepleri plastik poşetlerle doluydu. Alnımdaki far, önümde bir örümceğin yirmi fit öteden geçtiği patikaya eğimli bir oval çiziyordu. Sekiz gözü birlikte tek bir elmas parçası gibi parladı. Tek başına dev bir eşekarısı, bakışlarımdan saklanmak için yolun kenarındaki yuvasına yavaşça süründü. Lambamın ötesindeki tek ışık, uzaktaki şimşeklerden ve tepedeki ağaçlarda uzun, yavaş yanıp sönen ateşböceklerinden geliyordu. Çimen, jaguar idrarının iğrenç kokusunu yaydı.

Daniel Brooks adlı bir bilim adamı tarafından yönetilen yedi biyologla birlikte yürüdüm. Benim gözüpek orman biyoloğu resmimden olabildiğince uzaktı: kalın bir vücut, sarkık bir bıyık ve büyük pilot gözlükleri, kırmızı-siyah bir koşu takımı ve spor ayakkabılar giymiş. Ama geri kalanımız yürüyüşte kuşları nasıl fotoğraflayacağımızı veya zehirli bir mercan yılanı ile zararsız bir mimik arasındaki farkı nasıl anlayacağımızı konuşarak geçirirken, Brooks bizi çevreleyen dikizlemeleri ve vıraklamaları dinleyerek ilerlemeye devam etti. Aniden yolun kenarında durdu ve bizi susturmak için sağ elini geri ve alçak bir şekilde salladı. Gecenin yağmuruyla dolan geniş bir hendeğe doğru ilerledi ve ağını yavaşça kaldırdı. Spor ayakkabılarından birini suya attı ve sonra aniden ağı uzak kıyıya indirdi. Sivri ucu dans etmeye ve yumruk atmaya başladı ve fileyi kaldırmadan önce yarı yolda yakaladı. Diğer eliyle benden plastik bir poşet aldı ve içindeki havayı üfledi. Bej çizgili büyük bir leopar kurbağayı çılgınca zıpladığı çantaya aktardı. Hâlâ havadan şişkin olan torbanın açık ucunu düğümledi ve düğümü eşofmanının büzgü ipinin altına sıkıştırdı. Şeffaf bir altın çuvalı olan şişkin kurbağa çantasıyla tekrar patikada yürümeye başladı.

Kurbağalar ve kurbağalar o gece her yerdeydi. Brooks ikinci bir leopar kurbağası yakaladı

yolun çok aşağısında. Tungara kurbağaları güçlü korolar halinde suda sürükleniyordu. Bazıları kedi kadar büyük olan deniz kurbağaları, mesafelerini korumak için tek bir büyük tembel zıplamadan önce biz yaklaşana kadar beklediler. Yüzlerce kurbağa yavrusunun yakınlardaki suya fışkırdığı köpük banyosu kadar sert köpük yığınlarının yanından geçtik. Küt suratlı mikrohylid kurbağaları yakaladık, burun deliklerinin hemen üzerinde küçük aptal gözleri ve çikolatalı puding topakları gibi şişman, alçak vücutları vardı.

Bazı zoologlar için hayvan avı bu noktada sona erer. Ancak Brooks gerçekte ne bulduğundan henüz emin değildi. Kurbağaları Area de Conservacion de Guanacaste'nin genel merkezine geri getirdi. Kurbağaları, nemli ve canlı kalmaları için bir miktar suyla gece boyunca çantalarında bıraktı. Sabah pirinç, fasulye ve ananas suyundan oluşan bir kahvaltıdan sonra o ve ben laboratuvarına gittik. Laboratuvar, iki yanında kümes teli duvarları olan bir barakadan oluşuyordu.

Brooks, "Buradaki asistanlar ona jaula diyor," dedi. Kulübenin ortasında inceleme mikroskoplarının durduğu bir masa vardı ve beton zeminde yünlü ayılar ve böcekler sürünüyordu. Işık kablosundan çamurdan bir yaban arısı yuvası sarkıyordu. Dışarıda, barakayı çevreleyen sarmaşıkların ötesinde, uluyan bir maymun ağaçların arasında kükredi. Jaula, İspanyolca'da "hapishane" anlamına gelir. "Burada kalmamız gerektiğini yoksa bütün hayvanlarını öldüreceğimizi söylüyorlar."

Brooks çantadan bir leopar kurbağa çıkardı ve onu lavabonun kenarına keskin bir darbeyle fırlattı. Bir anda öldü. Onu masaya koydu ve karnını kesmeye başladı. Bağırsakları kurbağanın gövdesinden nazikçe çekip çıkarmak için cımbız kullandı. Organları geniş bir petri kabına koydu ve kurbağanın kabuğunu mikroskobun altına koydu. Brooks, önceki üç yaz boyunca Guanacaste'de seksen sürüngen, kuş ve balık türünün iç organlarını incelemişti. Rezervde yaşayan her parazit türünün bir listesini yapmaya başlamıştı. Dünyadaki hayvanlarda ve bitkilerde o kadar çok farklı türde parazit var ki, Guanacaste büyüklüğünde bir yerde hiç kimse böyle bir şeye cesaret edemezdi. Uzun siyah saplarındaki ışıkları, ölü kurbağaya bakan iki meraklı yılanı ayarladı. "Ah," dedi, "işte başlıyoruz."

Bana baktırdı: İnsanlardaki kobay solucanlarının bir akrabası olan filarial bir solucan, kurbağanın sırtındaki damarlardan birinde yuvasından çıkmış dolaşıyordu. Brooks, "Muhtemelen kurbağalarla beslenen sivrisinekler tarafından bulaşıyor," diye açıkladı. Sağlam bir şekilde çıkardı ve bir su kabına attı. Tamir etmesi için bir tabak asetik asit (endüstriyel güçte sirke) aldığında, parazit patlayarak beyaz bir köpüğe dönüşmüştü.
Ancak Brooks, başka bir tanesini yırtılmadan ve patlamadan asit içine sokmayı başardı, orada düzeldi ve onlarca yıl saklanmaya hazır hale geldi.

Baktığımız birçok parazitin ilki buydu. Başka bir damardan kıvranan bir kolye gibi bir dizi şans çıktı. Böbrekler, yalnızca kurbağa balıkçıl veya koati gibi bir yırtıcı hayvan tarafından yendiğinde olgunlaşan başka bir tür taşıyordu. Bu kurbağanın ciğerleri temizdi, ancak buradaki kurbağaların ciğerlerinde de sıklıkla parazitler bulunur.
Kanlarına birkaç sıtma bulaşıyor, hatta yemek borularına ve kulaklarına parazit bulaşıyor.
Brooks, "Kurbağalar parazit otelleridir" dedi. Bağırsakları ayırdı ve içerideki parazitleri kopartmaması için dikkatlice kesti. Başka bir şans türü buldu, mikroskobun görüşünde yüzen küçük bir benek. "Ne arayacağınızı bilmeseydiniz, bunun çöp olduğunu düşünürdünüz.
Salyangozdan sineğe dönüşür, sonra onu kurbağa yer." Tesadüf, bu belirli bağırsak grubunu bir trichostrongylid ile paylaşmak zorundadır.

oraya gitmek için daha dolaysız bir yol izleyen ve doğrudan kurbağanın bağırsağına giren solucan.

Brooks, tabağı mikroskobun altından itti. "Bu gerçekten hayal kırıklığı yarattı, çocuklar," dedi. Sanırım parazitlere hitap ediyordu. Az önce tek bir hayvanda gördüğüm tüm canlılar beni oldukça şaşırtmıştı ama Brooks tek bir kurbağa türünün içinde bir düzine tür olabileceğini biliyordu ve elimden geldiğince çok görmemi istedi. Kurbağayla konuştu: "Umarım yoldaşın daha fazlasını almıştır."

İkinci leopar kurbağayı almak için çantaya uzandı. Bunun sol ön ayağından iki parmağı eksikti. Brooks, "Bu benim kadar başarılı olmayan bir yırtıcıdan kaçtığı anlamına geliyor," dedi ve onu başka bir hızlı darbeyle gönderdi. Açık karnını mikroskop altına alınca "Oh!" dedi. ani bir parlaklıkla. "Bu güzel. Üzgünüm. Nispeten konuşursak, bu güzel. Göz merceklerinden bakmamı sağladı.

Medusa'nın başındaki kıvranan yılanlara benzerliği nedeniyle gorgoderid adı verilen başka bir şans, kurbağanın mesanesinden kıvrılarak çıkıyordu. "Tatlı su istiridyelerinde yaşıyorlar. Bu bana, bu kurbağanın, garantili bir su kaynağına, kumlu zemine ve kalsiyum bakımından zengin toprağa ihtiyaç duyan istiridyelerin olduğu bir yerde olduğunu söylüyor. Ve ikinci konakçısı bir kerevittir, bu nedenle yaşam alanı istiridyeleri, kerevitleri ve kurbağaları desteklemeli ve bunu yıl boyunca yapmalıdır. Onu dün yakaladığımız yer, geldiği yer değil." Bağırsaklarına geçti. "İşte güzel bir küçük skeç " - kurbağanın derisinde kist oluşturan kelebeklerin yanında nematodlar. Kurbağa derisini değiştirdiğinde onu yer ve böylece kendi kendine bulaşır. Şanslar akrobatik yumurta keseleriydi.

Şimdi neşelenen Brooks, şişkin bir mikrohyalid kurbağaya geçti. "Aman Tanrım, bana şans getirdin," diyor içine bakarak. "Bu şeyin bin tane kıl kurdu olmalı. Vay canına, bu adam sürünüyor." Kıl kurdu çorbasında kıvranan yanardöner protozoalar, neredeyse çok hücreliler kadar büyük olan tek hücreli devler vardı.

solucanlar.

Gördüğümüz parazitlerden birkaçının zaten isimleri var ama çoğu bilim için yeni. Şimdilik, Brooks bilgisayarına gitti ve kendisi ya da Latince bir ad bulan başka bir parazitolog tarafından bilenebilecek belirsiz tanımlayıcılar -nematod, tenya- yazdı. Bilgisayar, içinde Brooks'un yıllar boyunca kaydettiği diğer parazitlerin kayıtlarını taşıyordu, buna son birkaç gün içinde parçalara ayrıldığını izlediğim bazı parazitler de dahildi. Tenyalarıyla iguanalar, kıl kurdu okyanusuyla kaplumbağalar vardı. Ben gelmeden hemen önce, Brooks ve yardımcıları bir geyiğin içini açmışlar ve içinde ya da üzerinde yaşayan bir düzine tür bulmuşlardı, bunlara yalnızca geyiğin Aşil tendonunda yaşayan nematodlar ve yumurtalarını geyiğin burnuna bırakan sinekler de dahildi. (Brooks bu sonunculara sümüklü botlar diyor.)

Bu rezervde bile, Brooks muhtemelen her paraziti sayamayacaktı. Brooks, parazitler geleneksel olarak tanımlandığı şekliyle omurgalıların parazitleri konusunda uzmandır - başka bir deyişle, bakteriler, virüsler ve mantarlar hariçtir.

Onu ziyaret ettiğimde, bu parazitlerden yaklaşık üç yüz tanesini tespit etmişti ama toplamda on bir bin tane olacağını tahmin ediyordu. Brooks, ormanda yaşayan, böcekleri içeriden yiyen ve onları ziyafetinin son anına kadar canlı tutan binlerce asalak yaban arısı ve sinek türünü incelemiyor. Ev sahiplerinin yerden pompaladığı suyu ve havadan ve güneşten ürettikleri yiyecekleri çalan diğer bitkilere parazit yapan bitkileri incelemez. İstila edebilen mantarları incelemiyor.

hayvanlar, bitkiler ve hatta diğer mantarlar. Sadece diğer parazitologların kendisine katılacağını umabilir. Konularının üzerine ince bir şekilde yayılırlar. Her canlının içinde veya üzerinde yaşayan en az bir paraziti vardır. Leopar kurbağalar ve insanlar gibi birçoğunun çok daha fazlası var. Meksika'da sadece tüylerinde otuz farklı akar türü olan bir papağan var. Ve parazitlerin kendilerinde parazitler var ve bu parazitlerin bazılarının kendilerine ait parazitleri var. Brooks gibi bilim adamlarının kaç tane parazit türü olduğu hakkında hiç bir fikirleri yok, ancak göz kamaştırıcı bir şeyi biliyorlar: parazitler, Dünya'daki türlerin çoğunu oluşturuyor. Bir tahmine göre, parazitlerin sayısı serbest yaşayan türlerden dörde bir fazla olabilir. Başka bir deyişle, yaşam çalışması çoğunlukla parazitolojidir.

Elinizdeki kitap hayatın bu yeni araştırması hakkındadır. Parazitler onlarca yıldır ihmal edildi, ancak son zamanlarda birçok bilim insanının dikkatini çekti. Bilim adamlarının parazitlerin iç dünyalarına yaptıkları sofistike adaptasyonları takdir etmeleri uzun zaman aldı, çünkü onu bir an için görmek çok zor. Parazitler, konakçılarını hadım edebilir ve sonra zihinlerini ele geçirebilir. Bir santim uzunluğundaki bir tesadüf, karmaşık bağışıklık sistemimizi kandırarak onun kendi kanımız kadar zararsız olduğunu düşünmesine neden olabilir. Bir yaban arısı, tırtılın bağışıklık sistemini kapatmak için kendi genlerini tırtılın hücrelerine sokab Bilim adamları ancak şimdi, parazitlerin ekosistemler için aslanlar ve leoparlar kadar önemli olabileceğini ciddi olarak düşünüyorlar. Ve ancak şimdi, parazitlerin yaşamın evriminde baskın bir güç, belki de baskın güç olduğunu fark ediyorlar.

Ya da belki de hayatın asalak olmayan azınlığında demeliyim. biraz zaman alır buna alış.

1
Doğanın Suçluları

Doğa, sosyal adalet sapkınlıklarımızı güçlü bir şekilde düşündüren bir paralelliksiz değildir ve karşılaştırma, dersleri olmadan değildir. İchneumon sineği, tırtılların canlı vücutlarında ve diğer böceklerin larvalarında asalaktır. Bu ahlaksız ve ilkesiz böcek, yalnızca insanın geçebileceği zalim bir kurnazlık ve ustalıkla, mücadele eden tırtılı delip geçiyor ve yumurtalarını kurbanının canlı, kıvranan vücuduna bırakıyor.

—John Brown, Parasitic Wealth or Money Reform: A Manifesto to the United States and to the World Workers of the World (1898) adlı eserinde

Başlangıçta ateş vardı. Kanlı idrar vardı. Deriden dışarı sarkan uzun, titreyen et şeritleri vardı. Sinekleri ısırmanın ardından uykulu bir ölüm yaşandı.

Parazitler kendilerini ya da en azından etkilerini binlerce yıl önce, Yunanlılar tarafından parazit -parasitos- adı icat edilmeden çok önce bilinir hale getirdiler. Kelimenin tam anlamıyla "yemeğin yanında" anlamına gelir ve Yunanlılar, tapınak ziyafetlerinde görev yapan yetkililere atıfta bulunarak, bunu kullandıklarında aslında akıllarında çok farklı bir şey vardı. Bir noktada kelime etimolojik dizginlerinden kurtuldu ve bir asilzadeyi iyi sohbet ederek, mesajlar ileterek ya da başka bir iş yaparak onu memnun ederek ara sıra yemek yiyebilen bir askı anlamına geldi. Sonunda parazit, kendi maskesiyle Yunan komedisinde standart bir karakter haline geldi. Diğer yaşamları içeriden tüketen yaşamı tanımlamak için kelimenin biyolojiye geçmesi yüzyıllar alacaktı. Ancak Yunanlılar biyolojik parazitleri zaten biliyorlardı. Örneğin Aristoteles, dolu taneleri kadar sert kistlerle kaplı domuzların dilleriyle yaşayan yaratıkları tanıdı.

İnsanlar dünyanın başka yerlerindeki parazitleri biliyorlardı. Eski Mısırlılar ve Çinliler, bağırsakta yaşayan solucanları yok etmek için farklı türde bitkiler reçete ettiler. Kuran okuyucularına parazit kaynağı olan domuzlardan ve durgun sulardan uzak durmalarını söyler. Yine de, çoğunlukla, bu kadim bilgi tarihe yalnızca bir gölge bıraktı. Şimdi gine solucanları olarak bilinen titreyen et şeritleri, Mukaddes Kitabın İsrailoğullarını çölde rahatsız ettiğini anlattığı ateşli yılanlar olabilir. Kesinlikle Asya ve Afrika'nın çoğunu rahatsız ettiler. İkiye ayrılacakları ve vücuttaki kalıntılar öleceği ve ölümcül bir enfeksiyona neden olacağı için tek seferde çıkarılamazlardı. Gine solucanının evrensel tedavisi, bir hafta boyunca dinlenmek, solucanı yavaşça sırayla bir çubuğa sararak, sürünerek serbest kalana kadar canlı tutmaktı.

Biri bu tedaviyi bulmuş, belki de binlerce yıldır unutulmuş biri.
Ancak, o kişinin icadı, caduceus olarak bilinen tıp sembolü ile hatırlanmış olabilir: bir asanın etrafına sarılmış iki yılan.

Rönesans'a kadar, Avrupalı doktorlar genellikle kobay gibi parazitlerin aslında insanları hasta etmediğini düşünüyorlardı. Hastalıklar vücudun sonucuydu

sıcağa, soğuğa ya da başka bir kuvvete bağlı olarak dengesi bozulur. Kötü havayı solumak, örneğin sıtma adı verilen ateşi getirebilir. Bir hastalık semptomlarla geldi: insanları öksürttü, karınlarında lekeler bıraktı, onlara parazit verdi. Gine solucanları kandaki çok fazla asidin ürünüydü ve aslında solucan değillerdi - hasta bir vücut tarafından yapılmış bir şeydi: belki bozulmuş sinirler, kara safra, uzamış damarlar. Sonuç ta, bir kobay kadar tuhaf bir şeyin yaşayan bir yaratık olabileceğine inanmak zordu. 1824 gibi geç bir tarihte bile, bazı şüpheciler hâlâ direniyor: "Söz konusu madde bir solucan olamaz," dedi Bombay'ın baş cerrahı, "çünkü konumu, işlevleri ve özellikleri bir lenfatik damarınkine benzer ve dolayısıyla hayvan olması saçmalıktır."

Diğer parazitler inkar edilemez bir şekilde yaşayan yaratıklardı. Örneğin, insanların ve hayvanların bağırsaklarında, daha sonra Ascaris olarak adlandırılacak olan yılan biçimli ince solucanlar ve altmış fit uzayabilen düz, dar şeritler olan tenyalar vardı. Hasta koyunların karaciğerlerinde, pisi balığına (Anglo-Sakson dilinde flok) benzerliklerinden dolayı parazit adı verilen yaprak şeklindeki parazitler yerleşmiştir. Yine de, çoğu bilim adamı, bir parazit gerçekten yaşayan bir yaratık olsa bile, aynı zamanda vücudun kendisinin bir ürünü olması gerektiğini düşündü. Tenya taşıyan insanlar, şeritlerinin bağırsak hareketleriyle birlikte dışarı çıkacağını dehşet içinde keşfettiler, ancak hiç kimse bir tenyanın kurbanın ağzına santim santim girdiğini görmemişti. Aristoteles'in domuz dillerinde gördüğü kistlerin içinde solucan benzeri küçük yaratıklar kıvrılmıştı, ama bunlar cinsel organları bile olmayan aciz hayvanlardı. Çoğu bilim adamının varsaydığı gibi, parazitler vücutlarda kendiliğinden oluşmuş olmalı, tıpkı bir cesette kurtçukların, eski samanlarda mantarın, ağaçların içinden böceklerin kendiliğinden ortaya çıkması gibi.

1673'te, görünür parazitlere görünmez olanlardan oluşan bir hayvanat bahçesi katıldı. Hollanda'nın Delft kentinde bir esnaf, kendi yaptığı mikroskobun altına birkaç damla eski yağmur suyu koydu ve bazılarının kalın kuyruklu, bazılarının pençeli sürünen kürecikler gördü. Adı Anton van Leeuwenhoek'ti ve zamanında bir amatörden başka bir şey olarak görülmese de, bakterileri gören, hücreleri gören ilk kişi oydu. Bulabildiği her şeyi mikroskobunun altına koydu. Dişlerini kazıyarak, üzerlerinde yaşayan ve bir yudum sıcak kahve ile öldürebileceği çubuk şeklindeki yaratıkları keşfetti. Sıcak tütsülenmiş sığır eti veya jambondan oluşan tatsız bir yemekten sonra, kendi gevşek taburesini lenslerinin altına koyardı. Orada daha fazla yaratık görebiliyordu - tahta biti gibi sürünen bacak benzeri şeylere sahip bir leke, suda balık gibi yüzen yılan balığı biçimli yaratıklar. Vücudunun mikroskobik parazitlerin yuvası olduğunu fark etti.

Diğer biyologlar daha sonra diğer canlıların içinde yaşayan yüzlerce farklı türde mikroskobik canlı buldular ve birkaç yüzyıl boyunca onlarla daha büyük parazitler arasında hiç bir ayrım yoktu. Yeni küçük solucanlar pek çok şekil aldı; kurbağa, akrep, kertenkele. Bir biyolog 1699'da şöyle yazmıştı: "Bazıları boynuz çıkarır, diğerleri çatallı bir Kuyruğa sahip olur; bazıları, Fowls gibi Faturaları varsayar, diğerleri Saçla kaplıdır veya tamamen sertleşir; ve diğerleri yine Pullarla kaplıdır ve Yılanlara benzer. Bu arada, diğer biyologlar, balıklarda, kuşlarda, açtıkları herhangi bir hayvanda yaşayan yüzlerce farklı gözle görülür parazit, şans eseri, solucan, kabuklu ve diğer canlıları tanımladılar. Bilim adamlarının çoğu, irili ufaklı parazitlerin konakçıları tarafından kendiliğinden üretildiği, bunların yalnızca pasif ifadeler oldukları fikrine hâlâ bağlıydı.

hastalık. Bazı bilim adamları kendiliğinden nesil fikrini test edip eksik bulsalar bile, on sekizinci yüzyıl boyunca devam ettiler. Bu şüpheciler, bir yılanın cesedi üzerinde beliren kurtçukların sinekler tarafından nasıl yumurta olarak bırakıldığını ve kendilerinin nasıl sinek haline geldiğini gösterdiler.

Kurtçuklar kendiliğinden oluşmasa bile, parazitler farklı bir konuydu. Bir bedenin içine girmenin hiç bir yolu yoktu ve bu yüzden orada yaratılmaları gerekiyordu. Ne hayvan ne de insan, bir bedenin dışında hiç görülmemişlerdi. Yavru hayvanlarda, hatta kürtaj yapılmış fetüslerde bile bulunabilirler. Bazı türler, sindirim suları tarafından yok edilen diğer organizmaların yanında mutlu bir şekilde yaşayan bağırsaklarda bulunabilir. Diğerleri, bu organlara girmenin makul bir yolu olmaksızın kalbi ve karaciğeri tıkayarak bulunabilir. Bir bedenin içine girmek için kancaları, emicileri ve diğer ekipmanları vardı, ama dış dünyada çaresiz kalırlardı. Diğer bir deyişle, parazitler açıkça tüm yaşamlarını diğer hayvanların içinde, hatta belirli organlarında yaşamak üzere tasarlanmışlardır.

Eldeki kanıtlar göz önüne alındığında, kendiliğinden üreme parazitler için en iyi açıklamaydı. Ama aynı zamanda derin bir sapkınlıktı. Mukaddes Kitap, hayatın yaratılışın ilk haftasında Tanrı tarafından yaratıldığını ve her yaratığın O'nun tasarımının ve lütfunun bir yansıması olduğunu öğretti. Bugün yaşayan her şey, ebeveynler ve çocuklardan oluşan kesintisiz bir zincirde bu ilkel yaratıklardan türemelidir - daha sonra hiç bir şey hayati, evcilleştirilmemiş bir güç sayesinde fışkırarak var olamaz. Kendi kanımız kendiliğinden hayat üretebiliyorsa, Yaratılış günlerinde Tanrı'dan hangi yardıma ihtiyacı vardı?

Parazitlerin gizemli doğası, kendi başına garip, rahatsız edici bir ilmihal yarattı. Tanrı parazitleri neden yarattı? Bize tozdan ibaret olduğumuzu hatırlatarak fazla gurur duymamızı engellemek için. Parazitler içimize nasıl girdi? Kendi başlarına içeri girmelerinin görünürde bir yolu olmadığına göre, oraya Tanrı tarafından konmuş olmalılar. Belki de nesiller boyunca bedenlerimizde çocuklarımızın bedenlerine aktarıldılar.
Bu, en saf haliyle yaratılan Adem'in zaten asalaklarla dolu olduğu anlamına mı geliyordu? Belki de parazitler düşükten sonra içinde yaratılmıştır. Ama bu, ikinci bir yaratılış, o ilk haftaya sekizinci bir gün eklenerek "ve sonraki Pazartesi günü Tanrı parazitleri yaratmış" olmaz mıydı? O halde belki Adem parazitlerle yaratılmıştır, ama Eden'de parazitler onun yardımcısıydı. Tamamen sindiremediği yemeği yediler ve yaralarını içten yalayarak temizlediler. Ama sadece masumiyetle değil, mükemmellikle de yaratılan Adem neden herhangi bir yardıma ihtiyaç duysun? Burada ilmihal nihayet dağılmış görünüyor.

Parazitler, insanların görmeye alışkın olduğu hiç bir şeye benzemeyen yaşam döngülerine sahip oldukları için çok fazla kafa karışıklığına neden oldular. Somon balığı, misk sıçanı veya örümcekler gibi, bizim yaşımızda ebeveynlerimizin sahip olduğu beden türlerinin aynısına sahibiz. Parazitler bu kuralı bozabilir. Bunu fark eden ilk bilim adamı, Danimarkalı bir zoolog olan Johann Steenstrup'du. 1830'larda, bir asalakbilimcinin bakmak isteyebileceği hemen her hayvanda -koyunların karaciğerinde, balıkların beyinlerinde, kuşların bağırsaklarında- yaprak biçimli gövdeleri bulunabilen kelebeklerin gizemini düşündü. Tesadüfler yumurtladı ve Steenstrup'un zamanında hiç kimse ev sahibinde bir yavru kelebeği bulamamıştı.

Bununla birlikte, bariz bir şekilde şans eseri görünen başka yaratıklar bulmuşlardı. Belirli salyangoz türlerinin yaşadığı her yerde, hendeklerde, göletlerde veya akarsularda parazitologlar gelirdi.

Arkalarına büyük kuyrukları olması dışında şans eserinin küçük versiyonları gibi görünen serbest yüzen hayvanlar arasında. Cercariae adı verilen bu hayvanlar, kuyruklarını çılgınca suda salladılar. Steenstrup, salyangoz ve cercariae ile tamamlanan bir miktar hendek suyu aldı ve sıcak bir odada tuttu. Cercariae'nin salyangozun gövdesini ve kabuğunu kaplayan mukusa nüfuz edeceğini, kuyruklarını düşüreceğini ve sert bir kist oluşturacağını fark etti; bu kist, "küçük, yakından kapatılmış bir saat camı gibi üzerlerinde kemerler" dedi. Steenstrup, cercariae'leri bu barınaklardan çıkardığında, bunların şansa dönüştüğünü gördü.

Biyologlar, salyangozların başka türden parazitlere de ev sahipliği yaptığını biliyorlardı. Şekilsiz bir çantaya benzeyen bir yaratık vardı. Bir de Kralın sarı solucanı dedikleri küçük bir canavar vardı: salyangozun sindirim bezinde yaşayan ve içinde cercariae gibi görünen, hepsi de bir çuvalın içindeki kediler gibi kıvranan şeyler taşıyan etli bir hayvan.
Ve Steenstrup, şans eseri serbestçe yüzen başka bir yaratık bile buldu, bu yaratık füze şeklinde bir kuyruk kullanmıyordu, bunun yerine vücudunu kaplayan yüzlerce ince tüy kullanıyordu.

Steenstrup, suda ve salyangozların içinde yüzen tüm bu organizmalara -çoğu durumda kendi Latince tür adları verilen organizmalara- bakarak çirkin bir öneride bulundu. Bütün bu hayvanlar, tek bir hayvanın farklı evreleri ve nesilleriydi. Yetişkinler, konakçılarından kaçan ve suya inen yumurtalar bıraktılar ve burada ince tüylerle kaplı bir forma girdiler. Saçlarla kaplı form suda yüzerek bir salyangoz aradı ve bir salyangozun içine girdikten sonra parazit şekilsiz bir çantaya dönüştü. Şekilsiz çanta, yeni nesil kelebeklerin embriyolarıyla şişmeye başladı. Ancak bu yeni şanslar, koyun karaciğerindeki yaprak şeklindeki formlara, hatta salyangozun içine giren ince tüylü forma hiç benzemiyordu. Bunlar Kralın sarı solucanlarıydı. Salyangozun içinden geçtiler, içlerinde başka bir şans eseri neslini beslediler ve büyüttüler - füze kuyruklu cercariae. Cercariae salyangozdan çıktı ve hemen salyangoz üzerinde kistler oluşturdu. Oradan bir şekilde koyunlara veya başka bir son konağa girdiler ve orada kistlerinden olgun şanslar olarak çıktılar.

Parazitlerin vücudumuzda emsali olmayan bir şekilde ortaya çıkmasının bir yolu vardı: "Bir hayvan, ebeveynlerine benzemeyen ve öyle kalan yavrular doğurur, ancak üyeleri ya kendileri ya da soyundan gelen yeni bir nesil meydana getirir. ana hayvanın orijinal şekli." Steenstrup, bilim adamlarının emsallerle zaten karşılaştıklarını, ancak hepsinin aynı türe ait olduğuna inanamadıklarını söylüyordu.

Steenstrup sonunda haklı çıkacaktı. Birçok parazit, yaşam döngüleri boyunca bir konakçıdan diğerine seyahat eder ve çoğu durumda, bir nesilden diğerine farklı formlar arasında geçiş yaparlar. Ve onun sezgisi sayesinde, parazitlerde kendiliğinden oluşum için en iyi durumlardan biri bozuldu. Steenstrup dikkatini tesadüflerden Aristoteles'in domuz dillerine gömülü kistlerde yaşadığını gördüğü solucanlara çevirdi.
O zamanlar mesane solucanı olarak adlandırılan bu parazitler, memelilerde herhangi bir kasta yaşayabilir. Steenstrup, mesane solucanlarının aslında henüz bulunmayan başka bir solucanın gelişiminin erken bir aşaması olduğunu öne sürdü.

Diğer bilim adamları, mesane solucanlarının biraz tenya gibi göründüğünü fark ettiler. Tek yapmanız gereken, tenyanın uzun şeritsi gövdesinin çoğunu kesmek ve önce kafasını sokmaktı.

bir kabuğun içinde birkaç parça ve bir mesane solucanınız vardı. Belki mesane kurdu ve tenya aynı şeydi. Belki de aslında yanlış konakçıya girmiş olan tenya yumurtalarının ürünüydüler. Yumurtalar bu düşmanca ortamda yumurtadan çıktıklarında, tenyalar normal gelişim yollarını alamadılar ve bunun yerine olgunluğa erişemeden ölen bodur, deforme olmuş canavarlara dönüştüler.

1840'larda dindar bir Alman doktor bu fikirleri duydu ve çileden çıktı. Friedrich Küchenmeister, Dresden'de biraz tıbbi uygulama yaptı ve boş zamanlarında İncil'deki zooloji üzerine kitaplar yazdı ve Die Urne adlı yerel ölü yakma kulübünü yönetti. Küchenmeister, mesane solucanlarının aslında tenyalar olduğu fikrinin kendiliğinden nesil sapkınlığından kesinlikle kaçındığını fark etti. Ama sonra başka bir günahkâr tuzağa düştü: Tanrı'nın yarattıklarından birinin korkunç bir çıkmaza girmesine izin vereceği fikri. Küchenmeister, "Amaçsız hiç bir şeye girişmeyen Doğanın akıllıca düzenlemesine aykırı olur," dedi Küchenmeister. "Böyle bir hata teorisi, Yaradan'ın bilgeliğiyle ve Doğa'ya konulan uyum ve basitlik yasalarıyla çelişir" - tenyalara bile uygulanan yasalar.

Küchenmeister'in daha dindar bir açıklaması vardı: Mesane solucanları, tenyanın doğal yaşam döngüsünün erken bir aşamasıydı. Ne de olsa, mesane solucanları avlarda (fareler, domuzlar ve inekler gibi hayvanlar) bulunma eğilimindeydi ve tenyalar yırtıcı hayvanlarda (kediler, köpekler, insanlar) bulundu. Belki de bir avcı avını yediğinde mesane kurdu kistinden çıkıp tam bir tenyaya dönüştü. 1851'de Küchenmeister, mesane solucanını çıkmazdan kurtarmak için bir dizi deney başlattı. Tavşan etinden kırk tanesini koparıp tilkilere yedirdi. Birkaç hafta sonra tilkilerin içinde otuz beş tenya buldu. Aynı şeyi farelerde ve kedilerde başka bir tenya ve mesane kurdu türü için de yaptı. 1853'te, hasta bir koyundan aldığı mesane solucanlarını, kısa süre sonra yetişkin bir tenyanın parçalarını dışkısıyla döken bir köpeğe besledi. Bunları on altı gün sonra tökezlemeye başlayan sağlıklı bir koyuna yedirdi. Koyun öldürüldüğünde ve Küchenmeister onun kafatasına baktığında, beyninin üzerinde mesane solucanlarının oturduğunu gördü.

Küchenmeister bulgularını açıkladığında, parazitleri hayatlarının işi haline getiren üniversite profesörlerini hayrete düşürdü. İşte uzmanların onlarca yıldır çözemediği bir gizemi çözmeye çalışan bir amatör. Çıkmaz mesane solucanları hakkındaki fikirlerini canlı tutmak için Küchenmeister'in çalışmasında mümkün olan her yerde delikler açmaya çalıştılar. Küchenmeister'in çalışmasıyla ilgili bir sorun, bazen mesane solucanlarını yanlış ev sahibi türlere beslemesi ve parazitlerin hepsinin ölmesiydi. Örneğin, domuzun bir tür mesane kurdu taşıdığını biliyordu ve Dresden kasapları ile ailelerinin Taenia solium adı verilen tenyalardan muzdarip olduğunu biliyordu. İki parazitin aynı olduğundan şüpheleniyordu. Taenia yumurtalarını domuzlara yedirdi ve mesane kurtlarını aldı, ancak mesane kurtlarını köpeklere verdiğinde yetişkin Taenia'yı alamadı . Döngüyü kanıtlamanın tek yolu, onun tek gerçek ev sahibi olan insanların içine bakmaktı.

Küchenmeister, Tanrı'nın iyiliksever uyumunu kanıtlamaya o kadar kararlıydı ki, korkunç bir deney yaptı. İdam edilmek üzere olan bir mahkuma mesane solucanı verme izni aldı ve 1854'te bir katilin birkaç gün içinde kafasının kesileceği kendisine bildirildi.

günler. Karısı, akşam yemeğinde yedikleri sıcak kızartılmış domuzun içinde birkaç mesane kurdu olduğunu fark etti. Küchenmeister, domuz eti aldıkları restorana koştu. Domuz iki gün önce kesilmiş olmasına ve kötüye gitmeye başlamış olmasına rağmen, yarım kilo çiğ et için yalvardı. Restoran sahipleri ona biraz verdi ve ertesi gün Küchenmeister mesane kurtlarını aldı ve vücut sıcaklığına soğutulmuş bir erişte çorbasına koydu.

Mahkum ne yediğini bilmiyordu ve o kadar zevk aldı ki saniyeler istedi. Küchenmeister ona daha fazla çorba ve içine mesane solucanları koyduğu kan sosisi verdi. Üç gün sonra katil idam edildi ve Küchenmeister bağırsaklarını aradı. Orada genç Taenia tenyalarını buldu . Hala sadece çeyrek inç uzunluğundaydılar, ancak yirmi iki kancadan oluşan ayırt edici çift taçlarını çoktan geliştirmişlerdi.

Beş yıl sonra, Küchenmeister deneyi tekrarladı ve bu sefer bir mahkumu infazından dört ay önce besledi. Daha sonra adamın bağırsaklarında beş fit uzunluğunda tenyalar buldu. Muzaffer hissediyordu, ancak zamanının bilim adamları tiksinti duyuyorlardı.
Bir eleştirmen, deneylerin "ortak doğamızı alçalttığını" söyledi. Bir başkası onu, sadece meraklarını gidermek için az önce idam edilmiş bir adamın hala atan kalbini kesen zamanın bazı doktorlarıyla karşılaştırdı. Biri Wordsworth'tan alıntı yaptı: "Annesinin mezarının üzerine dikizleyecek ve bitki yetiştirecek biri mi?" Ancak parazitlerin yaşayan en tuhaf şeyler arasında olduğu konusunda hiç bir şüphe kalmamıştı. Parazitler kendiliğinden oluşmadı; diğer ana bilgisayarlardan geldiler. Küchenmeister, parazitler hakkında Steenstrup'un gözlemlemediği bir başka önemli şeyin keşfedilmesine de yardımcı oldu: parazitler, bir konakçıdan diğerine geçmek için her zaman dış dünyada dolaşmak zorunda kalmıyorlardı. Bir hayvanın içinde büyüyebilir ve bir başkası tarafından yenmesini bekleyebilirler.

Kendiliğinden üreme için kalan son olasılık, mikroplar tarafından temsil ediliyordu. Bu, kısa bir süre sonra Fransız bilim adamı Louis Pasteur tarafından rafa kaldırıldı. Klasik gösterisini yapmak için bir şişeye et suyu koydu. Yeterince zaman verilirse et suyu bozulur ve mikroplarla dolar. Bazı bilim adamları, mikropların çorbanın kendisinde kendiliğinden oluştuğunu iddia ettiler, ancak Pasteur, mikropların aslında havada şişeye taşındığını ve içine yerleştiğini gösterdi. Mikropların hastalıkların sadece bir semptomu değil, çoğu zaman nedeni olduğunu kanıtlamaya devam etti - enfeksiyon mikrop teorisi olarak bilinen şey. Ve bu farkındalıktan Batı tıbbının büyük zaferleri geldi. Pasteur ve diğer bilim adamları, şarbon, tüberküloz ve kolera gibi hastalıklara neden olan belirli bakterileri izole etmeye ve bazıları için aşı yapmaya başladılar. Doktorların hastalığı kirli elleri ve neşterleriyle yaydıklarını ve biraz sabun ve sıcak suyla durdurabileceklerini kanıtladılar.

Pasteur'ün çalışmasıyla birlikte parazit kavramında tuhaf bir dönüşüm yaşandı.
1900'e gelindiğinde, tenyalar gibi başka bir organizmanın içinde ve pahasına yaşamalarına rağmen, bakteriler artık nadiren parazit olarak adlandırılıyordu. Doktorlar için bakterilerin organizma olması, hastalığa neden olma gücüne sahip olması ve artık aşılar, ilaçlar ve iyi hijyenle silinebilecekleri kadar önemliydi. Tıp fakülteleri öğrencilerini bulaşıcı hastalıklara ve genellikle bakterilerin (veya daha sonra çok daha küçük virüslerin) neden olduğu hastalıklara odakladı.
Önyargılarının bir kısmı, bilim adamlarının hastalıkların nedenlerini nasıl tanıdıklarıyla ilgiliydi.
Genellikle tarafından önerilen bir dizi kurala uyarlar.

Alman bilim adamı Robert Koch. Başlangıç olarak, bir patojenin belirli bir hastalıkla ilişkili olduğunun gösterilmesi gerekiyordu. Ayrıca izole edilmesi ve saf kültürde büyütülmesi gerekiyordu, kültürlenen organizmanın bir konakçıya aşılanması ve hastalığı tekrar üretmesi ve ikinci konakçıdaki organizmanın aşılananla aynı olduğunun gösterilmesi gerekiyordu. Bakteriler bu kurallara fazla zorlanmadan uyarlar. Ama olmayan başka birçok parazit vardı.

Suda, toprakta ve bedenlerde bakterilerle birlikte yaşayan protozoa olarak bilinen çok daha büyük (ama yine de mikroskobik) tek hücreli organizmalardı. Leeuwenhoek kendi dışkısına baktığında, şimdi Giardia lamblia olarak adlandırılan ve onu en başta hasta eden bir protozoan görmüştü. Protozoalar, bakterilerden çok kendi vücudumuzu oluşturan hücrelere, bitkilere veya mantarlara benzerler. Bakteriler esas olarak gevşek DNA ve dağınık protein torbalarıdır. Ancak protozoalar, tıpkı bizim yaptığımız gibi, DNA'larını çekirdek adı verilen bir kabuğun içindeki moleküler makaralar üzerinde dikkatlice sarmal halde tutarlar. Ayrıca enerji üretmeye ayrılmış başka bölmeleri de vardır ve tüm içerikleri hücrelerimizde olduğu gibi iskelet benzeri yapı iskeleleriyle çevrilidir. Bunlar, biyologların protozoanın bakterilerden çok çok hücreli yaşamla daha yakından ilişkili olduğunu gösteren birçok ipucundan sadece birkaçıydı. Hayatı iki gruba ayıracak kadar ileri gittiler. Prokaryotlar -bakteriler- ve ökaryotlar vardı: protozoa, hayvanlar, bitkiler ve mantarlar.

Örneğin, orman zeminlerinde otlayan amipler veya okyanusları yeşile çeviren fitoplanktonlar gibi birçok protozoa zararsızdır. Ancak binlerce parazitik protozoa türü vardır ve bunlar arasında en tehlikeli parazitlerden bazıları bulunur.
Yüzyılın başında bilim adamları, acımasız sıtma ateşlerinin kötü havadan değil, sivrisineklerin içinde yaşayan ve böceklerin deriyi delmesiyle insanlara bulaşan bir parazit olan Plasmodium adlı birkaç protozoan türünden kaynaklandığını anladılar. kan emmek için Çeçe sinekleri, uyku hastalığına neden olan tripanozomlar taşıyordu. Yine de, hastalığa neden olma güçlerine rağmen çoğu protozoa, Koch'un katı taleplerini karşılayamadı. Onlar, değişen nesillerden geçen, Steenstrup'un kalbinden geçen yaratıklardı.

Örneğin Plasmodium, insan vücuduna sivrisinek ısırığı yoluyla sporozoit olarak bilinen kabak şeklindeki bir form olarak girer. Karaciğere gider, burada bir hücreyi işgal eder ve orada merozoitler adı verilen kırk bin yavruya dönüşür - bunlar artık bir üzüm şeklini almıştır. Merozoitler karaciğerden dışarı akar ve daha fazla merozoit yaptıkları kırmızı kan hücrelerini ararlar. Yeni nesiller hücrelerden fırlar ve daha fazla kan hücresi arar. Bir süre sonra, bazı merozoitler farklı bir biçim üretirler - makrogamont adı verilen eşeysel bir biçim. Bir sivrisinek, konakçının kanından içip içinde makrogamont bulunan bir kan hücresini yutarsa, böceğin içinde çiftleşir. Erkek makrogamont dişi olanı döller ve ookinete adı verilen yuvarlak küçük bir yavru üretirler. Ookinete, sivrisineğin bağırsağında binlerce sporozoite bölünür ve bunlar sivrisineğin tükürük bezlerine gider ve orada yeni bir insan konakçıya enjekte edilir.

Bu kadar çok nesil ve bu kadar farklı formla, Plasmodium organizmalarını bir petri kabına atıp çoğalmalarını umarak yetiştiremezsiniz. Erkek ve dişi makrogamontları bir canlının bağırsaklarında yaşadıklarına inandırmanız gerekir.

Sivrisinek ve bir kez ürediklerinde, yavrularını sivrisineğin ağzından atılıp insan kanına karıştıklarına inandırmalısınız. Bunu yapmak imkansız değil, ancak bir bilim adamının Plasmodium'u laboratuvarda nasıl kültürleyeceğini bulması, Koch'un kurallarını koymasından bir asır sonra, 1970'lere kadar sürdü.

Asalak ökaryotlar ve asalak bakteriler coğrafya tarafından birbirinden daha da uzaklaştırıldı. Avrupa'da bakteri ve virüsler, tüberküloz ve çocuk felci gibi en kötü hastalıklara neden oldu. Tropik bölgelerde, protozoa ve asalak hayvanlar da aynı derecede kötüydü. Onları inceleyen bilim adamları genellikle kolonyal doktorlardı ve uzmanlık alanları tropikal tıp olarak tanındı. Avrupalılar, parazitleri yerli iş gücünü çalan, kanallarının ve barajlarının inşasını yavaşlatan, beyaz ırkın Ekvator'da mutlu bir şekilde yaşamasını engelleyen şeyler olarak görmeye başladılar. Napolyon ordusunu Mısır'a götürdüğünde, askerler kadınlar gibi adet görmekten şikayet etmeye başladılar. Aslında onlara parazit bulaşmıştı. Steenstrup'un incelediği şanslar gibi bunlar da salyangozlar tarafından döküldü ve insan derisi aramak için suda yüzdü. Askerlerin karın damarlarında son buldular ve yumurtalarını mesanelerine ittiler. Kan şansları, Afrika'nın batı kıyılarından Japonya nehirlerine kadar insanlara saldırdı; köle ticareti onları, Brezilya ve Karayipler'de serpildikleri Yeni Dünya'ya bile getirdi.

Sebep oldukları bilharzia veya schistosomiasis olarak bilinen hastalık, Avrupa imparatorlukları kurması gereken yüz milyonlarca insanın enerjisini tüketti.

Bakteriler ve virüsler tıbbın merkezini işgal ederken, parazitler (yani geri kalan her şey) çevreye saçıldı. Tropikal tıp uzmanları, kendi parazitlerine karşı mücadele etmeye devam ettiler ve çoğu zaman şaşırtıcı bir başarısızlık yaşadılar.
Parazitlere karşı aşılar sefil bir şekilde başarısız oldu. Birkaç eski tedavi vardı -sıtma için kinin, kan parazitleri için antimon- ama çok az işe yaradılar. Bazen o kadar zehirliydiler ki, hastalığın kendisi kadar zarar verdiler. Bu arada, veterinerler ineklerin, köpeklerin ve diğer evcilleştirilmiş hayvanların içinde yaşayan şeyleri incelediler. Entomologlar, ağaçlara kazılan böceklere, köklerini emen nematodlara baktılar. Tüm bu farklı disiplinler, gerçek bir bilimden çok gevşek bir federasyon olan parazitoloji olarak bilinmeye başlandı. Grupları bir arada tutan bir şey varsa, o da parazitologların, deneklerinin sadece hastalık ajanları değil, her deneğin kendine özgü bir doğal geçmişi olan canlılar olduğunun kesinlikle farkında olmalarıydı - o zamanlar bir bilim adamının sözleriyle, "tıbbi zooloji". ”

Bazı gerçek zoologlar bu tıbbi zoolojiyi incelediler. Ancak hastalığın mikrop teorisi tıp dünyasını değiştirirken, onlar da kendi devrimlerini hesaba katıyorlardı. 1859'da Charles Darwin, yaşam için yeni bir açıklama önerdi. Hayatın, Dünya'nın yaratılışından bu yana değişmeden var olmadığını, bir biçimden diğerine evrimleştiğini savundu. Bu evrim, onun doğal seçilim adını verdiği şey tarafından yönlendirilmişti. Bir türün her nesli varyantlardan oluşuyordu ve bazı varyantlar diğerlerinden daha başarılıydı - daha fazla yiyecek yakalayabilir veya başka biri için yiyecek olmaktan kaçınabilirlerdi. Torunları onların özelliklerini miras aldı ve binlerce neslin geçmesiyle bu plansız üreme, bugün Dünya'daki yaşam çeşitliliğini üretti. Darwin'e göre hayat, meleklere çıkan bir merdiven ya da deniz kabukları ve doldurulmuş hayvanlarla dolu bir dolap değildi. Bu, bugün ve geçmişte yaşayan tüm tür çeşitliliğiyle birlikte yukarı doğru fışkıran bir ağaçtı ve hepsinin kökleri ortak bir atadan geliyordu.

Parazitler, tıp devriminde olduğu kadar evrim devriminde de başarılı oldular.
Darwin bunları sadece geç erken, genellikle doğanın Tanrı'nın hayırsever tasarımını kanıtlamaya çalışmak için kötü bir yer olduğunu iddia etmeye çalışırken düşündü. Bir keresinde şöyle yazmıştı: "Sayısız dünyalar sisteminin Yaratıcısının, sürünen sayısız parazitin her birini yaratmış olması aşağılayıcıdır." Asalak eşek arılarının, Tanrı hakkındaki duygusal fikirlere karşı özellikle iyi bir panzehir olduğunu buldu. Larvaların konukçularını içeriden yeme biçimleri o kadar korkunç tu ki, Darwin bir keresinde onlar hakkında şöyle yazmıştı: "Yüce ve her şeye gücü yeten bir Tanrı'nın, Ichneumonidae'yi [bir grup asalak eşekarısı] özellikle onları yok etmek amacıyla yaratmış olabileceğine kendimi inandıramıyorum. Tırtılların canlı bedenlerinde beslenmeleri.

Yine de Darwin, çalışmalarını sürdüren sonraki nesil biyologlara kıyasla parazitlere karşı düpedüz nazikti. İyi niyetli ihmal ve hatta hafif bir tiksinti yerine, parazitleri düpedüz hor gördüler. Bu geç dönem Viktorya dönemi bilim adamları, tuhaf, artık çürütülmüş bir evrim biçimine çekildiler. Hayatın evrimleştiği kavramını kabul ettiler, ancak Darwin'in nesilden nesile doğal seçilim filtresi, milyonlarca yıl süren fosil kayıtlarında gördükleri eğilimleri açıklayamayacak kadar rastgele görünüyordu.
Hayatı, onu gittikçe daha fazla karmaşıklığa doğru iten bir iç güce sahip olarak gördüler.
Onlara göre bu güç, evrime bir amaç getiriyordu: Daha aşağı varlıklardan daha yüksek organizmaları -bizim gibi omurgalıları- üretmek.

Bu fikirler için etkili bir ses, İngiliz zoolog Ray Lankester'a aitti.
Lankester evrimle büyüdü. Darwin çocukken ailesinin evine geldi ve ona bir Pasifik adasında dev bir kaplumbağaya binmekle ilgili hikayeler anlattı. Lankester bir erkek olduğunda, dev bir çerçevesi ve Charles Laughton'a benzeyen şişkin bir yüzü vardı. Bir Oxford profesörü ve British Museum'un müdürü olarak, Darwin'in teorisini, bazen katıksız bedensel bir güç gibi görünen bir şeyle ileriye taşıdı. Çevresindeki insanları hem bedenen hem de zihnen küçük hissettirirdi; Kendisiyle tanışan bir adama kanatlı bir Asur canavarını hatırlattı. Bir keresinde Kral VII. yanlış bilgilendirilmişsin."

Lankester'a göre Darwin'in teorisi, biyolojiye diğer tüm bilimlerdeki kadar etkileyici bir bütünlük getirmişti. Bilimine tuhaf bir hobi olarak bakan salak hocalara sabrı yoktu. "Artık biyolojinin yanlış diye alaya alınmasından ya da doğal tarih gibi kibarca bir kenara bırakılmasından ya da tıpla ilişkisi nedeniyle övülmesinden memnun değiliz. Bilakis biyoloji, gelişimi günümüze ait olan bilimdir" dedi. Ve onun anlayışı, gelecek nesillerin her türden aptalca ortodoksluktan kurtulmasına yardım edecekti: "görevdeki hırsız, kendini beğenmiş memur, huysuz komutan, cahil pedagog." Yaşamın kendisi milyonlarca yıldır çabalarken, insan uygarlığının yukarı taşınmasına yardımcı olacaktı. Biyolojik ve politik düzene ilişkin bu görüşünü 1879'da yazdığı "Dejenerasyon: Darwinizm'de Bir Bölüm" başlıklı bir makalesinde ortaya koydu.

O denemede anlatılan hayat ağacı, Darwin'in yabani çalısı değil. Plastik bir Noel ağacı şeklindedir, ana şafttan yanlara doğru çıkıntı yapan dalları vardır ve tepedeki insanlara ulaşana kadar gittikçe daha yüksek görkemlere yükselir. Yaşamın yükselişinin her aşamasında, bazı türler elde ettikleri karmaşıklık düzeyinden -yalnızca bir amip, sünger ya da solucandan- memnun olarak mücadeleyi bıraktılar.

diğ erleri yukarı doğ ru ç abalamaya devam etti.

Ama Lankester'ın ağ acında bazı sarkık dallar vardı. Bazı türler yükselmeyi durdurmakla kalmadı, aslında bazı baş arılarından da vazgeç ti. Yozlaş tılar , vücutları daha kolay bir hayata uyum sağ ladıkç a basitleş ti.
Lankester'ın zamanının biyologları iç in parazitler, ister hayvanlar, ister tek hücreli protozoalar olsun, özgür bir yaş amdan vazgeç miş olsunlar, dejenere olanların olmazsa olmazıydı. Lankester'a göre, asalağ ın özü, Sacculina carcini adlı sefil bir kaya midyesiydi.
Yumurtadan ilk ç ıktığ ı zaman bir kafası, ağ zı, kuyruğ u, parç alara bölünmüş bir gövdesi ve bacakları vardı ki bu da bir midyeden ya da baş ka bir kabukludan beklenebilecek özelliklerin aynısıdır. Ancak Sacculina, kendi yemeğ ini arayan ve mücadele eden bir hayvana dönüş mek yerine, kendisine bir yengeç buldu ve kabuğ unun iç inde kıpırdandı. Sacculina iç eri girer girmez hızla yozlaş tı, segmentlerini, bacaklarını, kuyruğ unu ve hatta ağ zını bile kaybetti.
Bunun yerine, yengecin vücuduna yayılan bir dizi kök benzeri dal büyüdü. Daha sonra bu kökleri, sadece bir bitki durumuna dönüş erek yengecin vücudundan besinleri emmek iç in kullandı.
Lankester, "Asalak yaş amı güvence altına alınca," diye uyardı, "bacaklar, ç eneler, gözler ve kulaklar uzaklaş sın; aktif, son derece yetenekli yengeç , besinleri emen ve yumurtlayan bir keseye dönüş ebilir.

Yaş amın yükseliş i ile uygarlık tarihi arasında bir ayrım olmadığ ı iç in, Lankester parazitleri insanlar iç in ciddi bir uyarı olarak gördü. Parazitler yozlaş tı "tıpkı aktif, sağ lıklı bir insanın aniden bir servete sahip olduğ unda bazen yozlaş ması gibi; ya da antik dünyanın zenginliklerine sahip olan Roma'nın yozlaş ması gibi.
Asalaklık alış kanlığ ı aç ıkç a hayvan örgütlenmesini bu ş ekilde etkiler." Lankester'a göre, atalarının terk edilmiş tapınaklarının gölgelerinde yaş ayan Mayalar, tıpkı Viktorya dönemi Avrupalılarının görkemli eski Yunanlıların soluk taklitleri olması gibi, dejenere olmuş lardı. "Muhtemelen hepimiz sürükleniyoruz," diye endiş elendi, "entelektüel Midyelerin durumuna yöneliyoruz."

Doğ adan uygarlığ a kesintisiz bir akış , biyoloji ve ahlakın birbirinin yerine geç ebileceğ i anlamına geliyordu. Lankester'ın zamanındaki insanlar doğ ayı kınamaya ve ardından doğ ayı diğ er insanları kınamak iç in bir otorite olarak kullanmaya alış tı. Makalesi, Henry Drummond adlı bir yazara 1883'te ç ok satan bir metin olan Natural Law in the Spiritual World'ü yayınlaması iç in ilham verdi . Drummond, asalaklığ ın "doğ adaki en ağ ır suç lardan biri olduğ unu" ilan etti. Evrim yasasına aykırıdır. Evrim geç ireceksin, tüm yetilerini sonuna kadar geliş tireceksin, ırkının akla gelebilecek en yüksek mükemmelliğ ine ulaş acaksın - ve böylece ırkını mükemmelleş tireceksin - bu, Doğ anın ilk ve en büyük emridir. Ancak parazitin ırkı veya herhangi bir ş ekil veya biç imdeki mükemmelliğ i hakkında hiç bir düş üncesi yoktur. İ ki ş ey istiyor - yiyecek ve barınak. Onları nasıl aldığ ı hiç önemli değ il. Her üye yalnızca kendi hesabına yaş ıyor, yalıtılmış , tembel, bencil ve geri adım atan bir hayat." İ nsanlar farklı değ ildi: "Spekülasyon ş ansıyla aceleyle servet edinen tüm o bireyler; tüm servet ç ocukları; tüm miras mağ durları; tüm sosyal süngerler; mahkemenin tüm uyduları; pazar yerinin tüm dilencileri - bunların hepsi asalaklık yasasının değ iş mez cezalarının canlı ve yalancı tanıklarıdır.

1800'lerin sonlarından önce insanlardan parazit olarak bahsediliyordu, ancak Lankester ve diğ er bilim adamları metafora daha önce hiç olmadığ ı kadar kesinlik ve ş effaflık kazandırdılar.

Ve Drummond'un retoriğinden soykırıma kısa bir yürüyüş mesafesindedir. Bir ırkın tasavvur edilebilecek en yüksek mükemmelliği hakkındaki dizesinin şu sözlerle ne kadar yakından örtüştüğünü dinleyin: "Günlük ekmek için verilen mücadelede, zayıf ve hastalıklı veya daha az kararlı olan herkes yenik düşerken, erkeklerin dişiler için mücadelesi hakkı verir. veya yalnızca en sağlıklı olana yayılma fırsatı. Ve mücadele her zaman bir türün sağlığını ve direnme gücünü iyileştirmenin bir aracı ve dolayısıyla daha yüksek gelişmesinin bir nedenidir." Bu sözlerin yazarı, evrimci bir biyolog değil, altı milyon Yahudi'yi yok etmeye devam edecek olan küçük bir Avusturyalı politikacıydı.

Adolf Hitler, evrimin karışık, üçüncü sınıf bir versiyonuna güvendi. Yahudilerin ve diğer "yozlaşmış" ırkların asalak olduğunu tasavvur etti ve metaforu daha da ileri götürerek onları ev sahibi Aryan ırkının sağlığı için bir tehdit olarak gördü. Irkının evrimsel sağlığını korumak bir ulusun işleviydi ve bu nedenle paraziti ev sahibinden kurtarmak zorundaydı. Hitler, parazit metaforunun her gizli dönüşünü araştırdı. Yahudi "istilasının" işçi sendikalarına, borsaya, ekonomiye ve kültürel hayata nasıl yayıldığının haritasını çıkardı. Yahudinin, "sadece ve her zaman diğer insanların vücudundaki bir asalak" olduğunu iddia etti. Bazen önceki yaşam alanını terk etmesi, kendi amacı ile ilgili değil, zaman zaman kötüye kullandığı ev sahibi ülkeler tarafından dışarı atılmasından kaynaklanmaktadır. Yayılması tüm parazitler için tipik bir olgudur; her zaman ırkı için yeni bir beslenme alanı arar.

Düşmanlarının üzerine parazit markasını yakanlar sadece Naziler değildi. Marx ve Lenin'e göre burjuvazi ve bürokratlar, toplumun kurtulması gereken asalaklardı. 1898'de John Brown adlı bir risale yazarı Asalak Zenginlik veya Para Reformu: Amerika Birleşik Devletleri Halkına ve Dünya İşçilerine Bir Manifesto adlı bir kitap yazdığında, sosyalizm üzerine zarif bir biyolojik yaklaşım ortaya çıktı. Ülke parasının dörtte üçünün nüfusun yüzde 3'ünün elinde toplandığından, zenginlerin ulusun servetini sömürdüğünden, korunan endüstrilerinin halkın pahasına geliştiğinden şikayet etti. Ve Drummond ya da Hitler gibi, düşmanlarının tam olarak doğadaki yansımasını, asalak eşek arılarının tırtıllarda yaşama biçimleri gibi gördü. "Doğuştan gelen gaddarlığın incelmişliğiyle," diye yazmıştı, "bu parazitler isteksiz ama çaresiz ev sahiplerinin canlı maddesini yer ve uzun süren bir ölümün ıstırabını uzatmak için tüm hayati parçalardan kaçınır."

Parazitologların kendileri bazen insan parazitini kutsamaya yardım ettiler. 1955 gibi geç bir tarihte, önde gelen bir Amerikalı parazitolog olan Horace Stunkard, Science dergisinde yayınlanan "Özgürlük, esaret ve refah devleti" başlıklı bir makalesinde Lankester'ın kibirini sürdürüyordu . "Zooloji, hayvan yaşamının gerçekleri ve ilkeleriyle ilgilendiğinden, diğer hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen bilgiler insan türüne uygulanabilir" diye yazmıştı. Tüm hayvanlar, yiyecek, barınak ve üreme şansı ihtiyacı tarafından yönlendirildi. Pek çok durumda, korku onları bir ölçüde güvenlik için özgürlüklerinden vazgeçmeye itti, ancak kalıcı bir bağımlılık tuzağına düştüler. Güvenlik arayan hayvanlar arasında göze çarpanlar, yemek için geçen deniz suyunu filtrelemek için kendilerini okyanus tabanına demirleyen istiridye, mercan ve deniz fışkırtma gibi yaratıklardı. Ancak hiç biri parazitlerle kıyaslanamaz. Yaşam tarihinde defalarca, özgür yaşayan organizmalar, yaşamın tehlikelerinden kaçmak karşılığında parazit olma özgürlüklerinden vazgeçtiler. Evrim o zaman

onları dejenere bir yola soktu. “Diğer besin kaynakları yetersiz kaldığında, konağın dokularıyla beslenmekten daha kolay ne olabilir? Bağımlı hayvan, meşhur bir şekilde kolay yolu arıyor.”

Stunkard, bu parazit kuralının insanlara nasıl uygulanabileceği konusunda biraz çekingendi. "Herhangi bir organizma grubuna uygulanabilir ve belirli çıkarımlar yapılabilse de, yalnızca siyasi varlıklara atıfta bulunma amacı taşımaz." Asalak, özgürlüğünden tamamen vazgeçerek, Stunkard'ın dediği gibi "refah devleti"ne girmişti - tenya ile New Deal'ı ayıran neredeyse hiç bir mecaz dokusu yoktu. Parazitler özgürlüklerinden bir kez vazgeçtiklerinde, onu nadiren geri kazanmayı başardılar; bunun yerine enerjilerini yeni nesil parazitler yapmaya yönlendirdiler. Tek yenilikleri, garip üreme türleriydi. Flukes, nesiller arasında formlarını değiştirdi, insanlarda cinsel olarak ve salyangozlarda eşeysiz olarak üredi. Tenyalar günde bir milyon yumurta üretebilir. Stunkard'ın aklında hızlı üreyen refah ailelerinden başka bir şey nasıl olabilirdi? "Böyle bir refah devleti, yalnızca başkalarını refah sağlamaya ikna edebilen veya zorlayabilen, ayrıcalıklı bir azınlık olan şanslı bireyler için mevcuttur" diye yazdı. "Rahatlığı çaba harcamadan elde etme, bir şeyi karşılıksız elde etme konusundaki eskimiş çaba, her çağda dikkatsizlerin ilgisini çeken ve yanıltan yanılsamalardan biri olarak varlığını sürdürüyor."

1955'te yazan Stunkard, eski evrim anlayışının ölmekte olan bir nefesini temsil ediyordu. Gıda damgası parazitlerine saldırırken, biyolog arkadaşları onun bilimsel görüşünün temellerini hiç düşünmeden çöpe atıyorlardı. Dünyadaki her canlının hücrelerinde çift sarmal şeklinde bir molekül olan DNA şeklinde genetik bilgi taşıdığını keşfettiler. Genler (DNA'nın belirli uzantıları) protein yapma talimatlarını taşıdılar ve bu proteinler gözler yapabilir, yiyecekleri sindirebilir, diğer proteinlerin oluşumunu düzenleyebilir ve binlerce başka şey yapabilir. Her nesil DNA'sını bir sonrakine aktardı ve bu arada genler yeni kombinasyonlara karıştı.

Bazen genlerdeki mutasyonlar ortaya çıktı ve tamamen yeni kodlar yarattı. Bu biyologlar, evrimin bu genler ve zaman geçtikçe yükselme ve düşme biçimleri üzerine inşa edildiğini fark ettiler - gizemli bir iç güç üzerine değil. Genler zengin bir çeşitlilik sunuyordu ve doğal seçilim belirli türleri koruyordu. Bu genetik gelgitlerden yeni türler, yeni vücut planları yaratılabilir. Ve evrim, doğal seçilimin kısa vadeli etkilerine dayandığından, biyologların artık evrim için içsel bir dürtüye ihtiyaçları yoktu, hayatı artık plastik bir Noel ağacı olarak görmüyorlardı.

Parazitler bu bilimsel kalp değişikliğinden fayda sağlamalıydı. Artık biyolojinin geri kalmış paryaları değillerdi. Yine de, yirminci yüzyıla kadar, parazitler hala Lankester'ın damgasından kurtulamadı. Küçümseme hem bilimde hem de ötesinde varlığını sürdürdü. Hitler'in ırksal mitleri çökmüştür ve sosyal parazitlerin kökünün kazınabileceğine hâlâ inanan tek insanlar uçlarda, Aryan dazlaklar ve küçük diktatörler arasındadır. Yine de, parazit kelimesi hala aynı aşağılayıcı suçlamayı taşıyor. Aynı şekilde, 20. yüzyılın büyük bir bölümünde biyologlar, parazitleri hafif derecede eğlenceli ama yaşam yarışması için önemsiz, küçük dejenereler olarak düşündüler. Ekolojistler, güneş enerjisinin bitkilerden hayvanlara nasıl aktığını incelediklerinde, parazitlerin grotesk dipnotlardan başka bir şey olmadığını gördüler. Parazitlerin yaşadığı küçük evrim, ev sahipleri tarafından sürüklenmenin sonucuydu.

1989'da bile, hayvan davranışında büyük öncü olan Konrad Lorenz, parazitlerin "geriye dönük evrimi" hakkında yazıyordu. Buna yozlaşma demek istemedi -bu kelime belki de Nazi retoriği tarafından fazla yüklüydü- ve bu yüzden , Lankester'ın ters kayan midyesi Sacculina'dan sonra, onu "sacculinasation" ile değiştirdi . "Yaşayan yaratıklar ve benzer kültürler için 'daha yüksek ve daha düşük' terimlerini kullandığımızda," diye yazdı, "değerlendirmemiz doğrudan bu canlı sistemlerde var olan bilinçli veya bilinçsiz bilgi miktarına atıfta bulunur." Ve bu ölçeğe göre, Lorenz parazitleri hor görüyordu: "Parazitlerin uyarlanmış biçimleri, geriye dönük bilgi miktarlarına göre yargılanırsa, onlar hakkında sahip olduğumuz düşük tahminle örtüşen ve tamamen doğrulayan bir bilgi kaybı buluruz ve nasıl yaptığımızı. onlar hakkında hissediyorum. Olgun Sacculina carcini, habitatının hiçbir özelliği ve tekilliği hakkında hiçbir bilgiye sahip değildir; hakkında bir şey bildiği tek şey ev sahibi." 110 yıl önceki Lankester gibi, Lorenz de parazitlerin tek erdemini insanlara bir uyarı olarak gördü. "Belirli insan özelliklerinin ve kapasitelerinin gerilemesi, insandan daha azının, hatta insanlık dışının korkunç hayaletini çağrıştırır."

Lankester'dan Lorenz'e bilim adamları yanlış anladılar. Parazitler, yaşam hikayesinin merkezinde yer alan karmaşık, son derece uyumlu yaratıklardır. Hayatı inceleyen bilim adamlarını -zoologlar, immünologlar, matematiksel biyologlar, ekolojistler- ayıran bu kadar yüksek duvarlar olmasaydı, parazitlerin iğrenç olmadığı veya en azından sadece iğrenç olmadığı daha önce fark edilebilirdi. Parazitler bu kadar zayıf, bu kadar tembelse, nasıl oldu da her özgür yaşayan türün içinde yaşamayı ve milyarlarca insanı enfekte etmeyi başardılar? Bir zamanlar onları tedavi edebilen ilaçlar işe yaramaz hale gelecek şekilde zamanla nasıl değişebildiler? Parazitler, çiçek hastalığı ve çocuk felci gibi acımasız katilleri yakalayabilen aşılara nasıl meydan okuyabilir?

Sorun, bu yüzyılın başında bilim adamlarının her şeyi çözdüklerini düşünmelerinden kaynaklanmaktadır. Hastalıkların nasıl oluştuğunu ve bazılarının nasıl tedavi edileceğini biliyorlardı; hayatın nasıl geliştiğini biliyorlardı. Cehaletlerinin derinliğine saygı duymadılar. Parazitlerin Dünya'daki hiçbir şeye benzemediğini ilk kez gösteren biyolog Steenstrup'un sözlerini akıllarında tutmaları gerekirdi.
Steenstrup 1845'te şöyle yazdığında haklıydı: "Önümüzde keşfedilmemiş duran ve keşfedilmesi şu anda pek mümkün olmayan bir geri dönüş vaat eden büyük bir terra incognita eyaletinin yalnızca ilk kaba hatlarını verdiğimi düşünüyorum. takdirle karşılamak."

2
bilinmeyen arazi

Seni hiç kaybetmeyeyim, ah cömert ev sahibim, ah evrenim. Nasıl ki soluduğun hava, zevk aldığın ışık senin içinse, sen de benim için öylesin.

—Primo Levi, İnsanın Arkadaşı

Raquel Welch, denizaltısı olmasaydı oldukça başarısız olurdu. Diyelim ki bir toplu iğne başı kadar küçüldü ve sonra tek başına ölmekte olan diplomatın kan dolaşımına girmek zorunda kaldı. Derinin sert katmanlarından sıyrılıp bir kan damarına girebilseydi bile, o zaman kalbinin nabzını atan dolaşım sisteminde savrularak gönderilirdi. Diyelim ki, tartışma uğruna, nefes alabilmesi için oksijeni kandan çekebilecek dalış benzeri bir maske takabilir. Vücudunun karaciğer gibi neredeyse hiç oksijenin olmadığı bir bölgesine düşse yine de boğulabilirdi. Ve karanlığın içinde yuvarlanırken, toplardamarda mı yoksa karotid arterde mi olduğu hakkında hiç bir fikri olmadan tamamen kaybolacaktı.

Bir vücudun içi hayatta kalmak için zor bir yerdir. Hava soluyan ciğerlerimiz, havanın titreşimlerine ince ayarlı kulaklarımız ile karadaki yaşama uyum sağlamış durumdayız. Deniz için bir köpekbalığı yapılır, solungaçlarından su sızar ve kilometrelerce ötedeki av için koku alır.
Parazitler, tamamen farklı bir habitatta yaşarlar ve bu habitata, bilim adamlarının zar zor anlayabileceği şekillerde tam olarak uyarlanmışlardır. Parazitler, karanlık labirentlerinde gezinebilirler; deriden ve kıkırdaktan kayabilirler; mide kazanından zarar görmeden geçebilirler. Vücuttaki hemen hemen her organı - östaki borusu, solungaç, beyin, mesane, Aşil tendonu - evlerine çevirebilirler. Ev sahibinin vücudunun bazı kısımlarını kendi rahatlıklarına uyacak şekilde yeniden inşa edebilirler. Neredeyse her şeyle beslenebilirler: kan, bağırsak astarı, karaciğer, sümük. Ev sahiplerinin vücudunun onlara yiyecek getirmesini sağlayabilirler.

Parazitologların bu uyarlamaları deşifre etmek için yıllara, bazen on yıllara ihtiyaçları vardır. Bir maymun sürüsünün peşinden koşarak bir yazı geçiremezler ya da bir kurt sürüsüne telsiz tasmaları takamazlar. Parazitler görünmez bir şekilde yaşarlar ve parazitologlar genellikle ne yaptıklarını yalnızca ev sahiplerini öldürerek ve parçalara ayırarak görebilirler. Bu tüyler ürpertici enstantane görüntüler, yavaş yavaş doğal bir tarih oluşturuyor.

Steenstrup, tesadüflerin olağanüstü hayvanlar olduğunu biliyordu, ama bundan biraz daha fazlası.
Yüz elli yıllık deneylerin ardından parazitologlar ne kadar sıra dışı olduklarını gösterebilirler. Salyangozundan az önce çıkan ve insan ayak bileği aramak için bir gölette yüzen küçük bir füze olan kan kelebeği Schistosoma mansoni'yi düşünün. Güneşin ultraviyole ışınlarını hissederse, yüzmeyi bırakır ve zararlı radyasyondan saklanmak için tekrar karanlığa gömülür. Ancak insan derisindeki molekülleri algıladığında çılgınca yüzmeye, farklı yönlere doğru sallanmaya başlar. Cilde ulaştığında delip geçer. İnsan derisi salyangozun yumuşak etinden çok daha serttir, bu nedenle

şans, uzun kuyruğunun kopmasına izin verir, yara içeri girerken hızla iyileşir. Kaplamasından saldığı özel kimyasallar cildi yumuşatır ve çamurdaki bir solucan gibi ev sahibine dalmasına izin verir.

Birkaç saat sonra bir kılcal damara ulaştı. Dış dünyanın akışlarını iç dünyalarla değiş tokuş etti. Bu kılcal damarlar, şans eserinin kendisinden ancak biraz daha geniştir, bu nedenle, şansın ilerlemek için bir çift vantuz kullanması gerekir. Daha büyük bir damara doğru ilerliyor ve daha da büyük bir damara giriyor ve sonunda o kadar güçlü bir kan selinin içine giriyor ki şans eseri uzaklara taşıyor. Parazit, sonunda ciğerlere ulaşana kadar dalgalanmayı sürdürür. Bir orman gölgesindeki bir yılan gibi damarlardan atardamarlara doğru hareket eder. Akciğer kılcal damarına ve ardından ana artere geri dönüş yolunu bularak, bir kez daha vücuttan süpürülür. Sonunda karaciğerde dinlenene kadar konağının tüm vücudunu üç kez dolaşabilir.

Şans eseri burada bir kaba yerleşir ve sonunda salyangozdan ayrıldığından beri ilk yemeğini yer: bir damla kan. Artık olgunlaşmaya başlar. Dişi ise rahim şekillenmeye başlar. Erkek ise üzüm salkımı gibi sekiz testis oluşur. Her iki durumda da şans, birkaç hafta içinde düzinelerce kat büyür. Şimdi parazitin ömür boyu bir eş arama zamanı. Şans eseri, diğer parazitler bu insan konakçıyı kokladı ve karaciğere de yerleşti. Dişiler narin ve incedir; erkekler kano gibi bir şekle sahiptir. Karşı cinsin üyelerini cezbeden kanla taşınan kokular üretmeye başlarlar ve bir dişi bir erkekle karşılaştığında, onun dikenli teknesine kayar.
Orada kilitlenir ve erkek onu karaciğerden çıkarır. Birkaç hafta boyunca çift, karaciğerden bağırsak boyunca uzanan damarlara uzun bir yolculuk yapar. Seyahat ederken erkek, dişinin vücuduna, genlerine onu cinsel olarak olgunlaştırmasını söyleyen moleküller aktarır. Kendi türlerine özgü bir dinlenme yerine ulaşana kadar yollarına devam ederler. Schistosoma mansoni kalın bağırsağın yanında durur. Schistosoma haemotobium'u takip ediyor olsaydık , mesaneye başka bir yoldan giderdi. Bir inek kan kelebeği olan Schistosoma nasale'i takip ediyor olsaydık , buruna başka bir yoldan giderdi.

Talihsiz çift, gidecekleri yeri bulduklarında hayatlarının geri kalanını orada geçirirler. Erkek, güçlü boğazıyla kan içer ve binlerce kan hücresinin ağzına ve bağırsağına akmasına yardımcı olmak için dişiye masaj yapar; her beş saatte bir kendi ağırlığı kadar glikoz tüketir ve çoğunu ona aktarır. Hayvanlar alemindeki en tek eşli çiftler olabilirler - bir erkek, dişi öldükten sonra bile dişisine sarılır. (Birkaç eş cinsel tesadüf de bir araya gelecek. Uyumları eskisi kadar sıkı olmasa da, onaylamayan bir bilim insanı onları ayırırsa yeniden bir araya gelmeye devam edecekler.)

Heteroseksüel kelebekler, uzun yaşamları boyunca her gün çiftleşirler ve dişi ne zaman yumurtlamaya hazır olsa, erkek iyi bir yer bulana kadar bağırsak duvarlarında ilerler. Dişi, yumurtalarını en küçük kılcal damarlara bırakacak kadar kısmen oluktan dışarı kayar. Yumurtaların bir kısmı kan dolaşımıyla taşınır ve karaciğere, o etli filtreye geri dönerler, orada yerleşirler ve dokuyu alevlendirerek şistozomiyazisin ıstırabının çoğuna neden olurlar. Ancak yumurtaların geri kalanı bağırsaklara doğru yol alır ve ev sahibinden kaçar, kabuklarını dilimleyip yeni bir salyangoz bulmaya hazırdır.

Parazit yapbozunun her bir parçası yıllarca süren araştırmalara mal oluyor. Parazitlerin nasıl gezindiği sorusu, bir bilim adamı olan Michael Sukhdeo'nun neredeyse tüm kariyerini kapladı. Sukhdeo bugünlerde New Jersey'deki Rutgers Üniversitesi'nde ders veriyor. New Jersey, Tambura'dan çok uzakta olabilir, ancak atlarda, ineklerde ve koyunlarda incelenecek parazit sıkıntısı çekmiyor. Sukhdeo'yu ofisinde ziyaret ettim. Kurnaz bir keçi sakalı olan tıknaz bir adamdır. Ofisinin duvarından bir bisiklet sarkıyor, masasının yanındaki akvaryumda balıklar yüzüyor ve radyosundan klasik rock sesleri çıkıyor. Sukhdeo, tanıştığım birçok parazitolog gibi, herhangi bir uyarıda bulunmadan tüyler ürpertici sohbetlere dalabilir. Sanırım günlerinizi karaciğer ve bağırsakların iç yüzeyini kemiren yaratıkları inceleyerek geçirdiğinizde, hayatın daha çirkin temelleri etrafında dans etmenin bir anlamı yok. Çocukluğunun çoğunu geçirdiği İngiliz Guyanası'nda yaygın olan fil hastalığına yakalanmanın ne kadar garip olduğundan bahsetmeye başladı. "Yürüdüğün her yerde, kasıklarında büyük çıkıntılar ve büyük, şişmiş fil ayakları olan insanlar gördün," dedi.

Sukhdeo daha sonra bana on bir yaşındayken kendisinin nasıl enfekte olduğunu anlattı. Bir şişlik geliştirdi ve ailesi onu bir kliniğe götürdü. "Fil hastalığını test ettiğinizde, mikrofilarya kan dolaşımına yalnızca alacakaranlıkta çıkar. Kimse nereye gittiklerini bilmiyor. Bu yüzden gece kanımızı kontrol ettirmek için bu kliniğe gitmek zorunda kaldık.
Orada benim yaşlarımda bir kız vardı; on bir yaşındaydı ve tek göğsü vardı.
Orası solucanların yaşadığı bir yer. O güzel bir kızdı; Aşıktım. İkimiz de aynı anda kontrol edildik. Tedavi için on iki Guyana doları - altı Amerikan doları - ödendi. Kızları için bunu göze alamadılar. Parasını ödemeyi teklif ettik ama çok gururlandılar ve borç bile almadılar. Ve böylece o kız bulaşıcı kaldı - altı Amerikan dolarının üzerinde.

Sukhdeo, Montreal'deki McGill Üniversitesi'ne gitti ve orada parazitlerin grotesk olabilseler de, aynı zamanda şimdiye kadar karşılaştığı en ilginç yaratıklar olduklarını keşfetti. "İnsan parazitolojisi üzerine bir kurs aldım ve - pow - iğrenç ve gerçekten heyecan vericiydi. Dört yıllık bir üniversiteden geçmiştim ve hiç bir şey beni bu şekilde tahrik etmemişti. Çok tuhaflardı ve haklarında çok az şey biliniyordu."

Yüksek lisansta parazitleri incelemeye devam etmeye karar verdi ve orada insanların parazitlerin gerçek, canlı organizmalar olarak nasıl davrandığına dair çok az fikirleri olduğunu fark etti. Pek çok parazitolog, onları soyut bir düzlemde incelemeye - örneğin, emicilere ve dikenlere göre yeni türleri kataloglamaya, bu emicilerin ve dikenlerin ne işe yaradığını bilmeden - boyun eğdi.

Sukhdeo, yüksek lisans derecesi için Trichinella spiralis'i seçti. Bu küçük nematod, tek tek kas hücrelerinden oluşan kistlerde yaşadığı, az pişmiş domuz kasının içine girer. Bir kişi eti yediğinde, parazit kistinden çıkar ve astar hücrelerinden geçerek bağırsaklara doğru yol alır.

Orada çiftleşir ve bağırsakları terk eden ve kişinin kasına yerleşip kendi kistlerini oluşturana kadar kan dolaşımında dolaşan yeni nesil Trichinella üretir. İnsanlar, Trichinella için yalnızca tesadüfi konaklardır ; paraziti yaşam döngüsünün bir sonraki aşamasına taşıyamazlar. Domuzlar çok daha karlı bir ev sahibi; Ölü bir domuz, bir sıçan tarafından temizlenebilir, daha sonra ölür ve bir domuz tarafından yenebilecek başka bir sıçan tarafından temizlenir. Domuzlar Trichinella'yı birbirlerine şu yollarla bulaştırabilirler:

enfekte etle beslenerek veya kuyruklarını çiğneyerek. Vahşi doğada, Kuzey Kutbu'ndaki kutup ayıları ve deniz aygırlarından Afrika'daki sırtlanlar ve aslanlara kadar yırtıcı memeliler ve leş yiyiciler döngüyü devam ettirir.

Bu döngülerin her birinde dolaşan parazitler, ayrı ayrı türler olarak belirlenmişti, ancak aslında hiç kimse onların aslında farklı bölgelere ve konakçılara dağılmış tek bir tür olup olmadığını bilmiyordu. Sukhdeo, kendisine söylendiği gibi Rusya'dan, Kanada'dan ve Afrika'dan Trichinella'yı ele geçirdi ve her numuneyi öğüttü ve farelere bulaştırdı. Farelerin bağışıklık sistemlerinin topraktaki parazitlere karşı ürettiği antikorları çıkardı ve birbirlerine ne kadar benzediklerini yargılamak için bunları karşılaştırdı.

Sonunda yaptığı şeyi neden yaptığını merak etmeyi bıraktı. Deneyleri, bir türün bireylerinin birbirine benzediği varsayımına dayanıyordu. Bu genellikle oldukça güvenilir bir varsayımdır, ancak biyologlar bunun her zaman böyle olmadığını kabul etmişlerdir. Örneğin kanişler ve Dobermanlar aynı türe aittir. Öte yandan, pratik olarak aynı görünen iki böcek farklı türlere ait olabilir. Görünüşe odaklanmak yerine, biyologlar bugünlerde bir türü, birlikte üreyen ve diğer gruplarla üremeyen bir organizma grubu olarak tanımlıyorlar.

Evrim, bir türü diğerlerinden farklı kılan bu izolasyondur.

Sukhdeo, parazitlerinin türlerini incelemenin en iyi yolunun cinsel yaşamlarını çözmek olduğuna karar verdi. Trichinella kistlerini kastan ayırdı ve sadece 250 mikron uzunluğundaki solucanları çıkardı. Cinsiyetlerini kontrol edecek ve ardından paraziti bir farenin midesine enjekte edeceği bir şırıngaya sokacaktı. Sonra kistlerine geri döner ve karşı cinsten bir parazit bulur ve onu farenin midesine de enjekte ederdi. Bir ay sonra, çiftleşip yavru üretip üretmediklerini görmek için farenin kaslarına bakacaktı.

Sukhdeo, Afrika formunun muhtemelen bir alt tür olduğu ve kendi başına ayrı bir tür olmadığı sonucuna vardı. Ancak deney aslında çok daha derin, çok daha ilginç bir soruyu gündeme getirdi. Parazitler birbirini nasıl buldu?

Fantastik Yolculuk yöntemini uygulayın : Her tarafı kaygan, sıkıca paketlenmiş, insan büyüklüğünde mantarlarla kaplı, on iki mil uzunluğundaki karanlık, mağaramsı bir tünele atılmış gibi olursunuz. Rastgele bir yere oturtulsaydınız ve rastgele dolaşsaydınız, böyle bir yerde başka birini bulma ümidi olmazdı. Yine de Trichinella -haritası ve hatta fazla beyni olmayan- her zaman yapardı.

Sukhdeo bunu nasıl yaptıklarını öğrenmek istedi ama danışmanı ona denememesini söyledi. “'Bu hayvanların gittikleri her yere nasıl gittiklerini öğrenemezsiniz çünkü asalakbilimciler yüz yıldır cevabı bulmaya çalışıyorlar ve bunu başaramadılar.
Denediğinden daha iyi insanlar.'”

Sukhdeo tavsiyeyi görmezden geldi ve parazit navigasyonunun sırrını bulmaya koyuldu.
Ne yazık ki, yanlış yönde yola çıktı. Dışarıdaki hayvanlar gibi parazitlerin de bir eğim izlemesi gerektiğini varsaydı. Bir köpekbalığı, yaralı bir fokun kanının kokusunu kilometrelerce öteden alır ve sadece keskin burnu değil, aynı zamanda kanın suda nasıl yayıldığına dair basit bir kanun sayesinde ona doğru yönelir. Kan mühürden uzaklaştıkça incelir. Bir köpekbalığı yükselen bir yokuş boyunca ilerlemeye devam ederse,

kaynağına otomatik olarak ulaşır. Kan, yanlış yöne saptığı anda uzaklaşır ve kendini düzeltebilir. Degradeler suda olduğu gibi havada da çalışır. Arıları çiçeklere ve sırtlanları leşlere yönlendirmeye yardımcı olurlar. Eğimleri izlemek denizde ve karada o kadar iyi çalışıyor ki, parazitlerin de onları kullanması gerektiği mantıklı geldi. Parazitologlar, bir gözün kokusu olan safra kesesinin kokusunu aradılar. Hiç bulamadılar.

Sukhdeo yıllarca sırrı kendisi bulmaya çalıştı. İçine bir parazit koyabileceği pleksiglastan odalar inşa etti ve ardından parazitin ona doğru yüzüp yüzmeyeceğini görmek için farklı kimyasallar ekledi. İlk başta tüm laboratuvarını vücut sıcaklığına kadar ısıttı.
Sonra yapay bağırsağının etrafında sıcak su sirkülasyonu için bir tüp sistemi icat etti. "Ana bilgisayarda karşılaştıkları her şeyi örneklemeye çalışırdım. Önce tükürük salgılarını denedim ve sonra bağırsaklardan aşağı inerdim. Yaptığı hiç bir şey mantıklı değildi. Parazitleri hazneye koyduğu herhangi bir maddeye doğru veya bu maddeden uzağa doğru yüzdüremedi.

Bazen tepki verdiler, ama hiç mantıklı olmayan bir şekilde. Sukhdeo, "Bu küçük parazitler ne zaman safrayla karşılaşsa, deli gibi hareket etmeye başlıyorlardı" dedi. "İstediğim bu değildi, onları cezbeden bir şey istiyordum. Başlangıçta dakikada elli kez ileri geri hareket ediyorlardı ve içine safra koyarsanız, ani bir değişiklik oldu ve sinüzoidal olarak hareket etmeye başladılar.

Sukhdeo, Toronto Üniversitesi'ne taşındıktan sonra parazit navigasyonunun anahtarını aramaya devam etti. Arama yaparken akademik bir belirsizliğe sürüklendi. Toronto'da, kendisi de doktorasını yapan eşi Suzanne ile tanıştı. laboratuvarının müdürüyle birlikte parazitolojide. Müdür Alzheimer hastalığına yakalandığında, Sukhdeo laboratuvarı devraldı ve Suzanne'in tez danışmanı oldu. Parazitoloji alanında gerçek bir kariyere sahip olmak isteseydi, başka bir yerde iş araması gerekirdi ama bunun yerine deneylerini sürdürmek için her yıl daha fazla paraya başvurarak Toronto'da oyalandı. Altı yıl boyunca bu çıkmaz varoluşta yüzdü, ancak bunun kendisine diğer bilim adamlarının ulaşılamaz olduğunu düşündüğü cevapları arama özgürlüğü verdiğini keşfetti. Sukhdeo, "Kaybedecek hiç bir şeyim yoktu" diyor. "İstediğim her şeyi yapabilirdim ve bir geleceğim yoktu."

Araştırmasını karaciğer kelebeği Fasciola hepatica gibi diğer türleri de kapsayacak şekilde genişletmeye karar verdi . Kan kelebeğinin bir akrabası, benzer bir yaşam döngüsüne sahip. İneklerin ve diğer otlayan memelilerin içinde yaşar ve yumurtaları konağının vücudundan dışkıyla dışarı çıkar. Yumurtasından çıkar ve birkaç neslin büyüdüğü bir salyangoz aramak için yüzer. Cercariae salyangozdan çıkar ve herhangi bir nesneye (genellikle bir kaya veya bitki) çarpana kadar salyangozdan yüzer ve kendilerine sert, şeffaf bir kist oluştururlar. Otlayan başka bir memeli onları yediğinde, aside dayanıklı kabukları onları güvenli bir şekilde mideden bağırsaklara taşır. Bağırsaklara girdikten sonra gevşerler ve karın boşluğuna girerler ve ardından karaciğere yönelirler. Orada yetişkinlere dönüşüyorlar; bir karaciğere sığabilen ve on bir yıl yaşayabilen yaprak şeklindeki inç uzunluğundaki hayvanlar. Karaciğer parazitleri bazen insanlara bulaşabilir, ancak oluşturdukları asıl tehlike çiftlik hayvanları içindir. Tropikal ülkelerde, sığırların yüzde 30 ila 90'ı onları taşıyor ve her yıl 2 milyar dolarlık zarara neden oluyorlar. Yine de, neden oldukları büyük zarara ve on yıllarca süren araştırmalara rağmen, bilim adamlarının karaciğeri nasıl bulduklarına dair hiç bir fikirleri yoktu.

Sukhdeo kendine pirinç ve alüminyumdan yeni odalar yaptı ve onlara karaciğer parazitleri koydu. Üç yılını karaciğerden salınan farklı bileşikleri denemekle geçirdi; bu kimyasallar, tesadüfleri son evlerine çekebilecek kimyasallardı. Sırf bıkkınlıktan, gözden kaçırdığı bir çekicilik olup olmadığını görmek için önde gelen bir karaciğer fizyologunun izini sürdü.

“Uzun süre düşündü ve 'Biliyor musun oğlum, oradaki ciğer civarında' dedi.
bir kapsüldür; buna Glisson'un kapsülü deniyor mu?'”

"'Evet dedim.'

"'Eh, bu benim evrenimin sonu' dedi."

Sukhdeo, karaciğer parazitlerinin belirli bir işarete karşı akıntıya karşı yüzmesini sağlayamasa da, safra gibi bazı kimyasalların onların şiddetli tepkimeye girmesine neden olduğunu keşfetti. Trichinella'yı kimyasal pepsine maruz bıraktığında aynı garip tepkiyi görmüştü. Ve sonra, verilerini kemirirken, soruna başından beri yanlış bir açıdan baktığını fark etti. Şans eserine veya solucana bir parazit olarak değil, özgür yaşayan bir yaratık olarak bakıyordu. Bir beden huzurlu bir okyanus değildir. Sıvıların çalkalandığı ve çalkalandığı kapalı bir alandır. Bir organdan çıkan koku diğer organlara rahat ve sakin bir şekilde yayılamaz. Havadaki bir koku, esasen sonsuza kadar eşit bir şekilde yayılır, ancak bir vücudun içindeki kimyasal bir işaretleyici, bir dizi engelden herhangi biriyle karşılaşmalı, geri sıçrayarak bölgeyi doyurmalı ve sunabileceği tüm ipuçlarını yok etmelidir.

Sukhdeo, ofisinde kollarını duvara doğru sallayarak aydınlanmasını bana açıkladı.
“Bir eğimin oluşması için açık uçlu bir sisteme ihtiyacınız var ve türbülansa sahip olamazsınız. Buraya bir parça tost koysam, kokusunu alırsın ve nerede olduğunu bilirsin. Odayı kapatırsam, hızla doyar. Kapalı sistem olduğu için degradasyon yapamazsınız. Bu odaya bağırsakları koyarsanız, aynı şeyi yaparlar.

Bir parazitin dünyası bizimkine benzemez - kendi kısıtlamaları ve fırsatları vardır. Bir vücudun içinde bulunan garip koşullar nedeniyle Sukhdeo, parazitlerin eğimlerle değil, sadece birkaç farklı türde uyarana tepki vererek gezinip dolaşamayacaklarını merak etti. Konrad Lorenz, dış dünyadaki özgür yaşayan hayvanların kendilerini öngörülebilir durumlarda bulduklarında refleksif davranışlara bel bağladıklarını göstermişti. Bir kazsanız ve yumurtalarınızdan biri yuvanızdan dışarı yuvarlanmaya başlarsa, onu geri almak için bir dizi otomatik eylem gerçekleştirebilirsiniz: boynunuzu dışarı çıkarın, boynunuzu geri çekin, başınızı aşağı doğru eğin. Bu, yumurtanın kendisine fazla dikkat etmenizi gerektirmeden yumurtayı gaganızın altına alıp yuvaya geri götürmelidir. Bu sekansın ortasında bir biyolog kaz yumurtasını gagasının altından çıkarsa, kaz zaten boynunu geri çekmeye devam edecektir.

Sukhdeo, parazitlerin bu tür programlanmış davranışlara özgür yaşayan yaratıklardan daha fazla güvenip güvenmediğini merak etti. Bir beden bazı açılardan dış dünyadan daha öngörülebilirdir. Rockies'de doğan bir dağ aslanı, bölgesinin şeklini öğrenmeli ve bir yangın, heyelan veya park yeri aniden topografyayı değiştirdiğinde bunu yeniden öğrenmelidir. Bir parazit, farenin diğer tüm iç organlarla neredeyse aynı olan küçük bir biyosferde süründüğünü bilmenin verdiği güvenle bir farenin içinden geçebilir. Kalp her zaman akciğerlerin arasında, gözler beynin önündedir. Belli bir şekilde tepki vererek

yolculuklarında belirli yer işaretlerine, parazitler gitmeleri gereken yere taşınabilirler. Sukhdeo, "Diğer her şey alakasız" diyor. "Devam eden diğer her şeyi tanımak için nöronlar üreterek zaman kaybetmek zorunda değiller."

Şimdi, Trichinella ve karaciğer parazitlerinin tüm tuhaf davranışları, başarı için basit tariflere dönüştü. Trichinella mideye düşerken kas kapsülünde sıkıca oturur. Orada, midede yiyecekleri parçalayan pepsin olarak bilinen kimyasallardan birini alır; yanıt olarak Trichinella sallanmaya başlar. “İlk hareket, o kistten çıkmalarına neden oluyor. Kuyruğu kırbaçlanana ve mideden dışarı çıkana kadar kırbaçlandıklarını görebilirsiniz.” İçine yerleştirildikleri et parçası mideden çıkıp bağırsaklara geçer, burada karaciğerden safranın sindirime yardımcı olmak için aşağı aktığı bir kanal vardır. Ve safra ikinci tetikleyicidir ve onları kırbaçlama hareketinden yılan benzeri bir kaymaya dönüştürür. Bu, yiyeceklerden bağırsaklara geçmelerini sağlar.

Sukhdeo bu fikri test etmenin bir yolunu buldu. "Ya safranın geldiği yeri değiştirirsem?" dedi. "Ameliyat hakkında çok şey öğrenmiştim ve safralı bir kanülü istediğim yere saplayabilirdim." Bağırsaklarda nereye giderse gitsin, safranın kaynağı Trichinella'nın yerleşeceği yerdi. "Gittikleri yere gitmelerinin tek sebebi safraydı."

Sukhdeo karaciğer tesadüflerine döndü ve onların da eğimler yerine kurallara uyduklarını gördü. Trichinella'dan daha uzun bir yolculukları olduğu için iki yerine üç kurala ihtiyaçları var. Bir karaciğer kisti bağırsaklara düştüğünde safraya da duyarlıdır. Sukhdeo, bunu algıladığında seğirmeye başlar - "spastik hale gelir" diyor. Kıvranırken kistini kırar ve aynı hareketlerle onu bağırsakların pelte gibi duvarından karın boşluğuna doğru iter. Bir karaciğer kelebeğinin biri ağzında, diğeri karnında olmak üzere iki emici vardır. Ön emicisini uzatarak, sıkıştırarak ve ardından vücudunun geri kalanını yukarı çekerek ve göbek emici ile sabitleyerek emekleyebilir.

Flukes ayrıca kıvrılabilir - tüm vücutları aniden şiddetli bir spazmla kasılır ve her iki emiciyi de bırakırlar.

Bu tür hareketler, bir şansın karaciğere ulaşması için ihtiyaç duyduğu tek şeydir. Yolu gösteren Gray's Anatomy'nin bir kopyasına ihtiyacı yok . İnce bağırsaklardan çıktığında karın boşluğuna kıvrılır ve sonunda karın kaslarının düz duvarına ulaşır. Ertesi gün şans sürünen bir duruma geçer.
Artık bağırsakların taşkınlarından güvende, yıkanıp gitme endişesi duymadan karın duvarı boyunca sürünüyor.

Bu noktada, sürünen bir karaciğer kelebeği, hangi yoldan giderse gitsin, neredeyse her zaman karaciğere ulaşacaktır. Şans eserinin en azından birkaç şeyi bilmesini bekleyebilirsiniz: örneğin hangi yön yukarı ve hangisi aşağı veya karaciğerin safra kesesinin yanında değil de pankreasın yanında olduğu gerçeği. Öyle değil. Şans, karın boşluğunun bir plaj topunun içi gibi olmasından yararlanır. Dibe doğru sürünse bile, düz bir çizgide sürünmeye devam ederse, karaciğerin oturduğu tepeye geri dönerse karaciğere ulaşacaktır. Bu nedenle Sukhdeo, parazitlerin yüzde 95'inin karaciğere diyaframla buluştuğu üst kısmından, yani karın boşluğunun zirvesinden girdiğini buldu. Karaciğerin alt tarafı büyük ve bağırsağa daha yakın olmasına rağmen, bu taraftan karaciğere sadece yüzde 5 oranında nüfuz eder.

Sukhdeo'nun bu iki parazitin nasıl hareket ettiğ ini anlaması on yılını aldı. Bugünlerde neredeyse saygın biri. Ş aş ırtıcı bir ş ekilde, belirsizlik iç inde geç en yıllarına rağ men Rutgers'ta parazitolog olarak bir iş teklif edildi. Diğ er parazitlerin navigasyonunu deş ifre etmeye hevesli öğ rencilerle dolu bir laboratuvarı var. Yanlış zamanda navigasyon sinyalleri vererek, keş iflerini parazitleri öldürmenin bir yoluna dönüş türmenin yollarını düş ünüyor. Ve üzerinde ç alış acak daha birç ok bulmacası var. Sukhdeo ile en son konuş tuğ umda baş ka bir tesadüf üzerinde ç alış ıyordu. O da bir salyangozda baş lar ama bu konakç ıdan ç ıkınca koyun yerine balık arar. Balık yüzerek yanından geç erken, ş ans balığ ın kuyruğ una takılır ve etin iç ine girer. Daha sonra balığ ın kafası iç in kasın iç inden bir kestirme yol yapar ve balığ ın gözünün merceğ i iç inde durur. "İ nsanların daha önce sahip olduğ u tüm fikirler yanlış mış gibi görünüyor, bu yüzden sıfırdan baş lıyoruz" dedi.

Sukhdeo, parazitlerin bir davranış ı olduğ unu, ev sahiplerinin vücutlarının benzersiz iç ekolojisinden geç erek yol aldıklarını ve uydukları kuralları anlayabileceğ inizi gösterdiğ i iç in diğ er parazitologların saygısını kazandı. Hatta kısa bir süre önce yaptığ ı iş iç in bir ödül aldı, ziyaretç ilere ş aş kın bir ifadeyle dağ ıttığ ı bir plaket.
“Bana verdiklerinde 'Bunu neden alıyorum?' dedim. Bunca yıldır kara listeye alınmış tım.” Göz ardı edilmekten ve alay edilmekten bahsederken bir nostalji havası var. Bir keresinde bir dergiye hayvan davranış larıyla ilgili bir makale gönderdi ve reddedildi. Editöre nedenini sorduğ unda, editör makaleyi tekrar okudu ve “Parazitlerin davrandığ ı hakkında hiç bir fikrim yoktu. Lütfen omurgalı ş ovenizmimi bağ ış layın.”
Ve ona hata yaptığ ını söyleyen tek parazitolog eski danış manı değ ildi.
“Gittiğ im bir toplantıda, parazitlere bakarken ekolojik kavramları kullanmamız gerektiğ ini söylüyordum ve bu yaş lı parazitoloğ un ayağ a kalkıp 'Sapkınlık!' tükürük geliyor. Bir kâfir!”

Bu kelime Sukhdeo'yu gülümsetti ve o anda keç i sakalı özellikle ş eytani görünüyordu. "Kariyerimin en yüksek noktasıydı."

…

Bir parazit konakç ısında yaş ayacağ ı yeri bir kez bulmayı baş ardığ ında, öylece oturup hayatın tadını ç ıkaramaz. Her ş eyden önce, yeni evinde sabit kalabilmesi iç in bir yola ihtiyacı var. Bir yetiş kin olarak, bir karaciğ er kelebeğ i yalnızca karaciğ erdeki yaş ama uyarlanmış tır; kalbe veya akciğ ere koyun ve ölecektir. Parazitlerin yaş amak zorunda oldukları her yer iç in evrim, onların orada kalmaları iç in bir yol bulmuş tur. Örneğ in, balıkların vücudunun her yerinde yaş ayan parazit kopepodlar (bir ç eş it kabuklu) vardır. Grönland köpekbalığ ının gözünde yaş ayan kopepodlar vardır. Mako köpekbalıklarının pullarında yaş ayan kopepodlar ve solungaç kemerlerinde yaş ayan diğ erleri vardır. Mavi köpekbalıklarının burunlarının iç inde yaş ayan kopepodlar vardır. Kendilerini bir kılıç balığ ının yan tarafına ç arpan ve kalbine kenetlenen kopepodlar vardır.

Bu kopepodların her biri diğ er türlerden o kadar farklı görünüyor ki, hepsinin ortak bir atadan evrimleş tiğ ini bir uzman dış ında kimse anlayamaz. Yozlaş maktan ç ok uzak olan bu kopepodlar, seç tikleri niş lerde sıkı sıkıya tutunmak iç in tuhaf biç imlere dönüş müş tür. Eğ er bu kopepodlar kontrollerini kaybederlerse, belli bir ölüme doğ ru süzülürler. Her köpek balığ ının kendi pulları ve kopepodları gibi özel bir geometrisi vardır.

pulların üzerinde yaşayanlar bacaklarını bir kilit ve anahtar gibi mükemmel bir şekilde çevrelerinde tutarlar. Grönland köpekbalığında yaşayan kopepod, bacaklarından birini mantar şeklinde bir çapaya çevirmiş ve gözünün jölesine çarpmıştır.

Bağırsaklara sıkıca oturan tenyalar için bile yerinde kalmak büyük çaba gerektirir. Beslenirken, tenyalar olağanüstü bir hızla büyürler ve boyutlarını iki haftada 1,8 milyon kat artırırlar. Çoğu hayvanın yaptığı gibi yemek yiyemezler çünkü ağızları veya bağırsakları yoktur. Sindirimleri vücutlarının içinde değil, besinleri emebilen milyonlarca narin, kanla dolu, parmak çıkıntılarından oluşan ciltleri dışında gerçekleşir. Ev sahiplerinin bağırsakları da neredeyse aynı çıkıntılarla kaplıdır. Bir tenyanın gerçekten bir sindirim sistemini kaçırmadığını söyleyebilirsiniz - tersine çevrilmiş bir bağırsaktır.

Tenyalar, bağırsağın sonsuz peristaltizmi tarafından yönlendirilen, yarı sindirilmiş gıda, kan ve safranın kabaran dalgalarında yaşarlar. Hiç bir şey yapmazlarsa, peristalsis tenyaları konakçılarından tamamen uzaklaştıracaktır. Bazı tenya türleri başlarındaki kancalar ve vantuzlarla kendilerini bağırsaklara kenetlerler, ancak diğerleri sürekli olarak yiyeceğin olduğu yere doğru kayarlar. Yemek yediğimizde peristalsis bağırsaklarımızda hemen dalgalanır ve bu demirlenmemiş tenyalar akıntıya karşı yüzerek tepki verir. Gelen besine ulaşırlar ve en yüksek konsantrasyona ulaşana kadar yüzmeye devam ederler. Bu noktada, yemeklerini derileri aracılığıyla emerler, ancak yedikleri sırada yiyecekler aşağı akıntıya taşınır ve tenyalar bir süre hareketli ziyafetleriyle birlikte taşınmalarına izin verir. Bu sırada tenyalar, ev sahiplerinin peristaltizminin nasıl değiştiğini algılayarak ne kadar uzağa sürüklendiklerini takip eder. Eğer akıntı yönünde çok fazla hareket ederlerse yemek yemeyi bırakırlar ve tekrar yukarı yüzerler. Tenyalar muhteşem uzunluklarına ulaştıkça, bu akıntıya karşı yüzmek karmaşık hale gelebilir. Sorun şu ki, peristaltizm bağırsakları tek bir yerde hızlı bir şekilde dalgalandırabilir ve daha yukarılara doğru değil. Bir şekilde tenyalar bu farklılıkları tespit edebilir. Vücutlarının bazı kısımlarını hızlı, bazı kısımlarını yavaş yüzdürerek tepki verirler.

Bağırsaklar ayrıca, yemek yediklerinde çok daha riskli bir oyun oynayan parazitler olan kancalı kurtlara da ev sahipliği yapar. Kancalı kurtlar, yumurtalardan çıktıkları ve küçük larvalara dönüştükleri nemli toprakta yaşamlarına başlarlar. Bir insan vücuduna iki yoldan girebilirler: biri basit, diğeri dolambaçlı. Bir kişi bir larva yutarsa, doğrudan bağırsaklara iner. Ancak kancalı kurtlar, kan parazitleri gibi deriye nüfuz edebilir ve bir kılcal damara yerleşebilir. Damarlardan kalbe ve akciğerlere yüzerler. Konakları öksürdüğünde, larvalar boğazlarına taşınır ve yemek borusundan aşağı inebilir.

Bağırsaklara girdikten sonra, kancalı kurt yaklaşık yarım inç uzunluğunda bir yetişkine dönüşür. Tenyaların aksine, kancalı kurdun bir ağzı vardır - hançer benzeri dişlerle çevrili ve güçlü, kasla kaplı bir yemek borusuna bağlı güçlü bir ağız. Ve tenyaların aksine, bağırsaklardan akan yarı sindirilmiş yiyeceklerle değil, bağırsakların kendisiyle ilgilenir. Ağzını bağırsakların astarına sokarak eti parçalıyor. Parazitologlar, kancalı kurtların ev sahiplerinin kanını mı içtiklerini yoksa parçalanmış bağırsak dokularını mı emdiklerini hala tartışıyorlar. Her iki durumda da, bir süre sonra tutuşlarını bırakırlar ve beslenmek için yeni bir doku parçasına doğru yüzerler.

Ancak kancalı kurt bağırsakların bir kısmını yırtıp ağzına aldığında kan pıhtılaşmaya başlar. Bir kan damarı ne zaman yırtılsa, içindeki hücrelerden molekülleri alır.

çevreleyen doku. Bu yeni moleküllerin bazıları kanın kendisinde yüzen bileşiklerle birleşir. Bu kimyasallar, kandaki diğer faktörlerle bir dizi reaksiyonu tetikler ve sonuçta trombositler olarak bilinen özel hücreleri aktive eder. Trombositler yaraya sürülür ve bir araya toplanırken, kaskat da etraflarında bir lif ağı oluşturarak kanamayı durduran sert bir pıhtı oluşturur. Bir kancalı kurt için, ağzındaki kan damarları sertleştiğinden pıhtılaşma açlık anlamına gelebilir.

Parazit, biyoteknologların yalnızca maymun yapabileceği bir karmaşıklıkla yanıt verir. Pıhtılaşma kademesindeki farklı faktörlerle birleşecek şekilde kesin olarak şekillendirilmiş kendi moleküllerini serbest bırakır. Kancalı kurt onları nötralize ederek trombositlerin topaklanmasını önler ve kanın ağzına akmaya devam etmesini sağlar. Bir kancalı kurt bir yerde beslenmeyi bitirdiğinde, parazit yeni bir bağırsak parçasına geçerken damarlar iyileşebilir ve pıhtılaşabilir. Kancalı kurt, bağırsakları dolduran ham bir kan inceltici kullanırsa, konakçılarını hızla kan kaybından ölecek ve kancalı kurdun yemeğini alacak olan hemofili hastalarına dönüştürürdü. Bir biyoteknoloji şirketi bu molekülleri izole etti ve şimdi onları pıhtılaşma önleyici ilaçlara dönüştürmeye çalışıyor.

...

Bazı parazitler için vücuttaki yeni yuvalarına ulaşmak yeterli değildir. Yemek yiyip çoğalmadan önce, ev sahiplerinin dokularını kereste olarak kullanarak kendilerine yeni evler inşa ederler.

Sıtmaya neden olan parazit olan Plasmodium, sivrisinek ısırığı yoluyla kan dolaşımına girer ve bir karaciğer hücresinde yaklaşık bir hafta yaşar. Daha sonra patlar ve tekrar kan dolaşımına karışır. Bir sonraki evi olan kırmızı kan hücresini aramak için yuvarlanır ve yalpalayarak yoluna devam eder. Plasmodium , kırmızı kan hücrelerinin akciğerlerden taşıdığı oksijeni tutan molekül olan hemoglobin ile beslenebilir .
Bir hücredeki hemoglobinin çoğunu yiyip bitiren Plasmodium , kendisinin on altı yeni versiyonuna bölünmek için yeterli enerjiyi kazanabilir; iki gün sonra hücreden fırlayan yeni bir parazit sürüsü, istila edecek yeni hücreler bulmak için kanda arama yapar.

Kırmızı kan hücreleri birçok yönden yaşamak için berbat bir yer. Kesin konuşmak gerekirse, hücre bile değiller; onlar cisimcikler. Tüm gerçek hücreler, bir çekirdekte genler taşır ve iki yeni hücre olmak için DNA'larını çoğaltır. Kırmızı kan hücreleri, kemiklerimizin derinliklerindeki hücrelerden kaynaklanır. Bu kök hücreler, bilindiği gibi bölünerek beyaz kan hücreleri, trombositler ve kırmızı kan hücreleri gibi kanın çeşitli bileşenlerinin şeklini alırlar. Ancak diğer hücreler uygun oranlarda DNA ve protein alırken, kırmızı kan hücreleri hiç DNA almaz. Onların işi basit.
Akciğerlerde oksijeni hemoglobin moleküllerinde depolarlar. Oksijen kolayca reaksiyona girebilen ve diğer moleküllere zarar verebilen güçlü bir atom olduğundan, hemoglobin aslında oksijeni dört zinciriyle çevreler. Kırmızı kan hücresi akciğerleri terk edip vücutta dolaştıktan sonra, sonunda vücudun enerji üretmek için yakıtını yakmasına yardımcı olmak için oksijeni serbest bırakır. Hücreler, atan bir kalp tarafından dolaşım sisteminden itilen basit kasalardır. Beyaz kan hücrelerini mikroskop altına koyarsanız, kendilerini slayt boyunca sürüklemek için loblara uzanırlar. Kırmızı kan hücreleri sadece camın üzerine oturur.

İşleri çok basit olduğu için kırmızı kan hücreleri fazla metabolizmaya ihtiyaç duymazlar. O

enerji üretmek için gerekli proteinlerin çok azını taşıdıkları anlamına gelir. Yakıt yakmaları ve atıkları dışarı pompalamaları da gerekmez. Gerçek bir hücre, molekülleri dış zarı boyunca taşıyabilen ayrıntılı kanallar ve kabarcıklar aracılığıyla yakıtını içeri pompalar ve çöpünü dışarı atar. Bir kırmızı kan hücresinde bu donanımdan neredeyse hiç yoktur - su ve diğer gerekli maddeler için birkaç kanal - çünkü oksijen ve karbon dioksit herhangi bir yardım olmaksızın zarından yayılabilir. Ve diğer hücreler, zarlarının içinde onları sert ve güçlü tutmak için karmaşık yapı iskelelerine sahipken, bir alyuvar hücresi vücudun hücresel sirkinin bükücüsüdür. Ömrü boyunca üç yüz mil yol kat eder, kan akışıyla patlar ve savrulur, damar duvarlarına çarpar ve ince kılcal damarlarda sıkışır, burada diğer alyuvarlarla birlikte tek sıra halinde seyahat etmek zorunda kalır, yaklaşık beşte biri kadar sıkıştırılır. normal çap, bittiğinde normal boyutuna geri dönüyor.

Kötüye kullanımdan sağ çıkabilmek için kırmızı kan hücresi, zarının altında bir file çanta örülmüş gibi dizilmiş bir protein ağına sahiptir. Ağı oluşturan her bir protein dizisi de bir akordeon gibi katlanır ve herhangi bir yönden gelen strese tepki olarak gerilip geri sıkışmasına izin verir. Ancak bir kırmızı kan hücresi ne kadar esnek olursa olsun, bu suiistimali sonsuza kadar kaldıramaz. Zamanla zarı sertleşir ve kılcal damarları sıkıştırması daha zor olur. Vücudun kan akışını genç ve canlı tutmak dalağın görevidir. Kırmızı kan hücreleri dalaktan geçerken onları dikkatlice inceler. Bir yüzdeki kırışıklıklar gibi kırmızı kan hücrelerinin yüzeyindeki yaşlılık belirtilerini tanıyabilir. Sadece genç kırmızı kan hücreleri dalaktan çıkar; geri kalanı yok edildi.

Bir kırmızı kan hücresinin tüm dezavantajlarına rağmen, Plasmodium bu garip boş evi arar. Parazitler yüzemezler ama kan damarlarının duvarları boyunca kayabilirler. Bunu yapmak için, gemi duvarına kancalar yerleştirirler, onları kuyruk uçlarına geri sürüklerler ve hücresel bir tank paleti gibi yerlerini almak için yeni kancalar koyarlar. Parazitin ucunda, yalnızca genç kırmızı kan hücrelerine yanıt veren ve hücrelerin yüzeyindeki proteinlere tutunan sensörler bulunur. Plasmodium bir hücreye sabitlendiğinde , kilitlenir ve başının üzerine yuvarlanır ve istila etmeye hazırlanır.

Parazitin başı, bir tabanca namlusu gibi bir dizi hazne ile çevrilidir. Birkaç saniye içinde odalardan bir molekül patlaması gelir. Bazı moleküller, parazitin zar iskeletini bir kenara itmesine ve içeri girmesine yardımcı olur. Damar duvarları boyunca gezinirken parazitin tankı olarak hareket eden aynı kancalar, şimdi deliğin kenarlarına mandallanır ve paraziti içinden geçirir. Parazit, içeri girerken bir araya gelen ve parazitin etrafında bir örtü oluşturan molekül tabakalarını dışarı fırlatır. Patlamadan on beş saniye sonra, Plasmodium'un arka ucu delikten kaybolur ve kırmızı kan hücresinin esnek ağ yapısı basitçe geri döner. , kendini kapatarak.

Parazit içeri girdikten sonra kilerdedir. Her kırmızı kan hücresinin iç kısmı yüzde 95 hemoglobindir. Plasmodium'un bir tarafında bir çeşit ağzı vardır - açılabilen bir port - ve açıldığında, parazit balonunun dış zarı da açılır ve paraziti kırmızı kan hücresinin içeriğiyle kısa bir süre temas ettirir. Küçük bir hemoglobin dolgusu ağza sızar ve sonra ağız kıvrılarak kapanır. Hemoglobin artık parazitin içinde, birbirinden ayıran moleküler neşterler içeren bir baloncuk içinde yüzüyor.

moleküller. Plasmodium , katlanmış dallarını açan, daha küçük parçalara ayrılmalarına izin veren ve bu bağlarda tutulan enerjiyi yakalayan bir dizi kesim yapar. Hemoglobin moleküllerinin çekirdeği, parazit için zehirli olan, güçlü bir şekilde yüklü, demir açısından zengin bir bileşiktir. Kendini Plasmodium'un zarına yerleştirme eğilimindedir , burada yükü diğer moleküllerin içeri ve dışarı normal akışını bozar. Ancak Plasmodium, yemeğinin zehirli kalbini etkisiz hale getirebilir. Bir kısmını hemozoin adı verilen uzun, atıl bir molekülde dizer. Bileşiğin geri kalanı, parazitin yükünü azaltan ve zardan geçemez hale getiren enzimleri tarafından işlenir.

Bununla birlikte, Plasmodium yalnızca hemoglobin ile yaşamaz. Moleküler neşterlerini oluşturmak için amino asitlere ihtiyacı var ve ayrıca on altı yeni kopyaya çoğalmak için amino asitlere ihtiyacı var. Bu iki gün içinde, enfekte hücre içindeki metabolizma hızı üç yüz elli kat artar ve parazitin yeni proteinler yapması ve büyürken yaptığı atıklardan kurtulması gerekir. Plasmodium gerçek bir hücreyi enfekte etmiş olsaydı , bu işler için konağının biyokimyasını basitçe ele geçirebilirdi, ancak bir alyuvar hücresinde makineyi sıfırdan inşa etmesi gerekir. Başka bir deyişle, Plasmodium bu basit cisimcikleri uygun hücrelere dönüştürmek zorundadır. Balonundan, kırmızı kan hücresinin kendi zarına kadar uzanan, birbirine dolanmış bir tüpler labirenti uzanır. Plasmodium'un tüplerinin gerçekten kırmızı kan hücresinin zarından geçip geçmediği veya zaten orada bulunan kanallara girip girmediği açık değil . Her iki durumda da, parazitlenmiş kırmızı kan hücresi, parazitin büyümesi için ihtiyaç duyduğu yapı taşlarında sürüklenmeye başlayabilir.

Aniden kanallar ve tüplerle dolup taşan kırmızı kan hücresinin yüzeyi esnekliğini kaybetmeye başlar. Bu parazit için ölümcül olabilir, çünkü dalak hücrenin artık eskisi gibi esnek olmadığını anlarsa, barındırabileceği tüm parazitlerle birlikte onu da yok edecektir. Plasmodium , kırmızı kan hücresine girer girmez, tüpler aracılığıyla hücre zarının alt tarafına taşınan proteinleri serbest bırakır. Bu moleküller, dünyadaki her tür organizmada bulunan ortak bir protein sınıfına aittir. Şaperonlar olarak bilinen bu proteinler, diğer proteinlerin ısı veya asit tarafından parçalandıklarında bile düzgün bir şekilde katlanıp açılmasına yardımcı olurlar. Bununla birlikte, Plasmodium'un proteinleri söz konusu olduğunda , şaperonlar kırmızı kan hücresini parazitin kendisinden koruyor gibi görünmektedir. Asalak yapının yollarına çıkmasına rağmen, hücrenin iskeletinin esnemesine ve tekrar sıkı bir şekilde çökmesine yardımcı olurlar.

Parazit birkaç saat içinde kırmızı kan hücresini o kadar dönüştürdü ve sertleştirdi ki, onu sağlıklı bir korpüskül olarak gizlemeye çalışmak için hiç bir umut yok. Şimdi parazit, hücrenin yüzeyine yeni bir dizi protein gönderir. Bazıları hücre yüzeyinin altında kümeler halinde toplanarak zara tüyler ürpertici bir görünüm verir.

Plazmodyum daha sonra kan damarı duvarlarının hücrelerindeki reseptörleri tutabilen yapışkan moleküllerle tüyleri diken diken eder. Bu kırmızı kan hücreleri damar duvarlarına yapıştıkça vücudun dolaşımından dışarı çıkarlar. Dalağın mezbahasından gizlice geçmeye çalışmak yerine, Plasmodium ondan tamamen kaçar. Bunun yerine kırmızı kan hücreleri beyindeki, karaciğerdeki ve diğer organlardaki kılcal damarlarda toplanır.

Plasmodium , kırmızı kan hücresi şişkin parazit demetinin etrafındaki gergin bir deriden başka bir şey olmayana kadar, bir gün daha bölünerek geçirir. Son olarak, yeni nesil Plasmodium hücreden çıkar ve istila edecek yeni kırmızı kan hücreleri arar. Sol

ölü hücrenin arkasında kullanılmış hemoglobin yığını vardır. Hücre bir süre parazitin eviydi, insan vücudundaki hiç bir hücreye benzemez ama sonunda onun çöplüğüne dönüşür.

…

Trichinella aynı zamanda biyolojik bir yenileyicidir ve bazı yönlerden Plasmodium'dan daha etkileyicidir : tek bir hücre içinde yaşayabilen çok hücreli bir hayvandır. Bu solucan, ev sahibinin bağırsağında bir yumurtadan çıktığında, bağırsak duvarını deler ve dolaşım sistemi boyunca vücudu dolaşır. Kan dolaşımından ayrıldığı ve kaslara doğru ilerlediği ince kılcal damarlara akışı takip eder. Uzun kas lifleri boyunca sürünür ve sonra onları oluşturan uzun, iğ şeklindeki hücrelerden birine nüfuz eder. 1840'larda, bilim adamları Trichinella'nın kaslara yerleşmiş kistlerini ilk fark ettiklerinde, dokunun dejenere olduğunu ve parazitin içeride uyuduğunu ve son konağına ulaşmayı beklediğini düşündüler. İlk başta, işgal edilen kas hücresi körelmiş gibi görünüyor. Hücrenin yapı iskelesi görevini gören ve onu katılaştıran proteinler kaybolur. Kasın kendi DNA'sı, yeni proteinler yapma gücünü kaybeder ve solucanın girmesinden sonraki birkaç gün içinde, kas sırım gibiyken pürüzsüz ve düzensiz hale gelir.

Ancak parazit, hücreyi yalnızca yeniden inşa edebilmek için parçalamaktadır. Trichinella , ev sahibinin genlerini devre dışı bırakmaz - aslında dört katına çıkana kadar kendilerini kopyalamaya başlarlar. Ancak bu gen bolluğu artık Trichinella'nın emirlerini izleyerek hücreyi parazit için uygun bir yuvaya dönüştürecek proteinler yapıyor. Bilim adamları bir zamanlar bu tür genetik kontrolün, konakçının DNA'sını kendilerinin daha fazla kopyasını yapmak için kullanan virüslerle sınırlı olduğunu düşünüyorlardı. Trichinella'nın artık viral bir hayvan olduğunun farkına varıyorlar.

Trichinella, kas hücresini bir parazit plasentaya dönüştürür. Parazit, kas hücresini gevşek ve esnek hale getirerek yüzeyinde yiyecek almak için yeni reseptörler için yer açar. Parazit ayrıca hücrenin DNA'sını, hücrenin etrafında sert bir kapsül oluşturan kollajeni yaymaya zorlar. Hücrenin vasküler endotelyal büyüme faktörü olarak bilinen bir sinyal molekülü üretmesini sağlar. Bu molekül normalde kan damarlarına yaraları iyileştirmeye veya büyüyen dokuları beslemeye yardımcı olmak için yeni dalların büyümesi için bir sinyal gönderir.
Trichinella sinyali kendi amaçları için kullanır: kalıp olarak kollajen kapsülü kullanarak etrafına bir kılcal damar ağı örmek. Damarlardan besleyici bir kan akışı gelir ve parazitin, solucan ileri geri sallanıp küçük yuvasını araştırdıkça şişip inleyen kas hücresinin içinde büyümesine ve şişmesine izin verir.

Parazitler, hayvanların iç kısımlarını olduğu kadar bitkilerin iç kısımlarını da büyük ölçüde yeniden inşa edebilirler. Bitkilerin aslında parazitlere sahip olması şaşırtıcı gelebilir, ancak parazitlerle dolup taşıyorlar. Bakteriler ve virüsler bitkilerde mutlu bir şekilde yaşarlar ve onları hayvanlar, mantarlar ve protozoa ile paylaşırlar. (Bize uyku hastalığına neden olan parazitlerin yakın akrabaları olan tripanosomatitler, palmiye ağaçlarının içinde yaşayabilirler.) Bitkiler, köklerini konakçılarına sokan asalak bitkilere bile ev sahipliği yaparlar. Asalak bitkiler, bir bitkinin kendi başına yaşaması için ihtiyaç duyduğu becerilerin en azından bir kısmından yoksun olarak bu hayata gelirler. Tuz bataklıklarında yaşayan kuşgagası, tuzdan kurtulabilen turşu otu ve diğer bitkilerden tatlı su çalmak zorunda olan yarı zamanlı bir parazittir; kendi başlarına halledebilirler

fotosentez yaparak kendi toprak besinlerini elde ederler. Ökse otu fotosentez yapabilir ama topraktan kendi suyunu ve minerallerini çekemez. Broomrape kendi başına hiç bir şey yapamaz.

Ayrıca bitkiler üzerinde yaşayan milyonlarca böcek ve diğer hayvan türü vardır, ancak 1980'den önce çok az ekolojist bunların parazit olduğunu düşünüyordu. Otçul olarak kabul edildiler, esasen küçük omurgasız keçiler. Ancak Kuzey Arizona Üniversitesi'nde ekolojist olan Peter Price, bu hayvanlarla otoburlar arasında temel bir fark olduğuna dikkat çekti. Otçullar, bitkiler için avcılar avlamak için neyse odur: Herhangi bir sayıda türü yiyebilen bir hayvan. Bir çakal bir yarasadan, bir tavşandan ya da bir kediden memnun olurken, bir koyun bir tarlaya girip yoncayı, timothy'yi, Kraliçe Anne'nin dantelini yiyip bitirdiği bitkiler konusunda aynı derecede rahattır. Yünlü ayı tırtılları gibi bazı böcekler koyun gibi otlayarak farklı türlerdeki bitkilerden küçük ısırıklar alıp yollarına devam ederler. Ancak birçok böcek, yaşamlarının en az bir aşaması boyunca yalnızca bir bitki ile sınırlıdır. Tek bir süt otu bitkisi üzerinde yumurtadan pupaya geçen tırtılın, yetişkinliğini ancak insan bağırsaklarında yaşayabilen tenyadan hiç bir farkı yoktur. Ve birçok bitki yiyen böcek, tüm hayatlarını tek bir bitki üzerinde geçirir ve hayatlarını ev sahiplerininkine göre şekillendirir.

Price'ın argümanının en güçlü kanıtlarından biri, bitki köklerinde yaşayan nematodlardır. Bu parazitler, dünyadaki tüm nakit mahsullerin yüzde 12'sini yok eden muhteşem zararlılardır. Belirli bir tür - Meloidogyne cinsinin kök ur nematodları - aynı zamanda Trichinella'nın esrarengiz bir botanik yansımasıdır . Her nematod, topraktaki bir yumurtadan çıkar ve bir kökün ucuna kadar sürünür. Ağzında köküne sapladığı içi boş bir sivri uç taşır. Tükürüğü, dış hücrelerin patlamasını sağlayarak nematodun kayabileceği bir alan açar. Kökün çekirdeğine ulaşana kadar kökün içindeki hücreler arasında yol alır.

Nematod daha sonra etrafındaki birkaç hücreyi delip içlerine özel bir zehir enjekte eder. Hücreler DNA'larının kopyalarını yapmaya başlar ve fazladan gen bir protein yağmuru yapmaya başlar. Bu kök hücrelerde, normalde asla aktif hale gelmeyecek olan genler devreye girer. Bir kök hücrenin görevi, topraktan su ve besinleri çekmek ve onları bitkinin geri kalanına besin taşıyan tüpler ve boşluklardan oluşan bir ağ olan bitkinin dolaşım sistemine pompalamaktır. Ancak nematodun büyüsü altında bir kök hücre geriye doğru çalışmaya başlar. Bitkiden besin emmeye başlar. Hücre duvarları, yiyeceğin kolayca akmasına izin verecek kadar geçirgen hale gelir ve yiyeceği depolayabileceği parmak gibi iç büyümeleri filizlendirir. Nematod, değiştirilmiş hücreye moleküller tükürür ve bunlar kendilerini bitkinin geri kalanından pompalanan yiyeceği emmek için kullandığı bir tür hücreler arası saman haline getirir. Hücre besinle şişerken, tüm kökü patlatmakla tehdit eder. Nematod onu korumak için çevredeki hücrelerin çoğalmasını ve basınca dayanacak sağlam bir kök düğümü oluşturmasını sağlar. Tıpkı Trichinella'nın memelilerin genetik dilini konuştuğu gibi , kök nematodları da bitkilerin dilini öğrenmiştir.

...

Parazitler, dış dünyanın çarpık bir versiyonunda, kendi gezinme, yiyecek bulma ve ev yapma kurallarına sahip bir yerde yaşarlar. Bir porsuk kendine bir in veya

kuş kendi kendine bir yuva örer, parazitler genellikle mimar gibi hareket eder, ete ve kana dönüş erek arzu ettikleri forma geç mek iç in biyokimyasal bir büyü yapar, bir eve dönüş en kalas yığ ını. Ve konakç ılarının iç inde parazitlerin de kendi tuhaf iç ekolojileri vardır.

Ekolojistler, Dünya'daki milyonlarca türün dünyayı nasıl paylaş tığ ını inceler, ancak tüm gezegeni bir kerede ele almak yerine, genellikle tek bir ekosisteme odaklanırlar, ister bir bozkır, ister bir gelgit düzlüğ ü veya bir kumul. Bu sınırlar iç inde bile, gevş ek sınırlar, kilometrelerce öteden gelen tohumlar veya bir dağ ın diğ er tarafından kurtların iç eri girmesi gibi nedenlerle hüsrana uğ ruyorlar. Sonuç olarak, ekolojistler en önemli iş lerinden bazılarını milyonlarca yıl boyunca yalnızca birkaç kez kolonileş tirilmiş olabilecek adalarda yaptılar. Adalar, doğ anın kendi izole laboratuvarlarıdır. Onlar üzerinde ekolojistler, belirli bir yaş am alanının boyutunun, üzerinde kaç türün hayatta kalabileceğ ini nasıl belirlediğ ini anladılar. Ve bu bilgiyi anakaraya geri götürdüler, parç alanmış bir ekosistemin nasıl kendi takımadalarına dönüş tüğ ünü ve orada yok oluş ların baş gösterebileceğ ini gösterdiler.

Bir parazit iç in ev sahibi yaş ayan bir adadır. Tıpkı Madagaskar'ın Seyş el Adaları'ndan daha fazla türe sahip olması gibi, daha büyük ev sahipleri küç ük olanlardan daha fazla parazit türüne sahip olma eğ ilimindedir. Ancak adalar gittikç e, ev sahiplerinin bazı tuhaflıkları olur. Parazitler iç lerinde ç ok sayıda ekolojik niş bulabilirler ç ünkü bir vücudun uyum sağ layabilecekleri pek ç ok farklı yeri vardır. Tek bir balığ ın solungaç larında yüzlerce farklı parazit türü kendine yer bulabilir. Bağ ırsak basit bir silindir gibi görünebilir, ancak bir parazit iç in her uzantının benzersiz bir asitlik, oksijen seviyeleri ve yiyecek kombinasyonu vardır. Bir parazit, bağ ırsakların yüzeyinde, onu kaplayan filmin iç inde veya parmak benzeri ç ıkıntılarının derinliklerinde yaş amak üzere tasarlanmış olabilir. Bir ördeğ in bağ ırsaklarında, on dört tür asalak kurt yaş ayabilir (toplam nüfusları ortalama yirmi iki bindir) ve her tür, bazen komş ularıyla örtüş en, ç oğ u zaman değ il, belirli bir bağ ırsak bölümünü yuva olarak alır. Parazitler insan gözünü ayırmanın bir yolunu bile bulabilirler: Retinada bir solucan türü, gözde, gözün beyazında ve yörüngede bir solucan türü.

Parazitler yeterli niş bulabilecekleri konakç ılarda, et adacıkları iç in rekabet etmezler. Ama hepsi aynı niş i istediğ inde, genellikle ç irkinlik patlak verir. Örneğ in, bir düzine kelebek türü tek bir salyangozu enfekte edebilir, ancak hepsinin hayatta kalmak iç in sindirim bezinde yaş aması gerekir. Parazitologlar salyangozların kabuklarını kırarak aç tıklarında, tipik olarak iç eride o düzinelerce ş ans türü değ il, bir türden birkaç birey bulurlar. Tesadüfler rakiplerini yiyip bitirebilir veya yeni gelenlerin istila etmesini zorlaş tıran kimyasallar salabilir. Diğ er hayvanların iç inde yaş ayan diğ er parazitler de birbirleriyle rekabet edebilir. Dikenli solucanlar bir farenin bağ ırsaklarına vardıklarında, tenyaları en verimli bölgeden kovarlar ve onları yiyecek bulmanın ç ok daha zor olduğ u bağ ırsakların bir kısmına sürgün ederler.

Ancak, Darwin'i ç ok etkileyen asalak yabanarılarının bazılarında en gaddar ve komş uya aykırı davranış lar bulunabilir. Yaban arılarının ev sahiplerine korkunç muamelesi göz önüne alındığ ında, bu ç ok da ş aş ırtıcı gelmemeli. Anne yaban arısı, ev sahibinin -genellikle bir tırtıl ama bazen de yaprak biti veya karınca gibi baş ka bir böcek- beslendiğ i bitkilerin kokusunu almak iç in havayı koklayarak kırlarda dolaş ır. Yaklaş tıkç a, tırtılın kendi kokusunu veya dış kısını koklar. parazit eş ekarısı

konağ ına konar ve iğ nesini tırtılın dış iskeletinin plakaları arasındaki yumuş ak kısma saplar. Onların iğ nesi aslında bir iğ ne değ il; aslında bir ovipositor olarak adlandırılır ve bazı durumlarda sadece bir avuç , diğ erlerinde yüzlerce yumurta verir. Bazı eş ek arıları, konakç ılarını felç eden zehir enjekte ederken, diğ erleri yaprak ve gövdelerle beslenmelerine geri dönmelerine izin verir. Her iki durumda da yaban arısı yumurtaları ç atlar ve larvalar tırtılın vücut boş luğ una ç ıkar. Bazı türler tırtılın sadece kanını iç er; diğ erleri de etiyle yemek yer. Yaban arıları, hayati organları koruyarak, geliş meleri gerektiğ i sürece konukç ularını canlı tutarlar. Birkaç gün veya hafta sonra, yaban arısı larvaları tırtıldan ç ıkarlar, arkalarındaki ç ıkış deliklerini tıkarlar ve ölmekte olan konağ ı besleyen kozalar örerler. Yetiş kin eş ek arıları olarak olgunlaş ırlar ve uç up giderler ve ancak o zaman tırtıl böcekbilimsel hayaletten vazgeç er.

Aynı tırtıl iç in farklı eş ekarısı türleri rekabet ettiğ inde, bu acımasız bir mücadeleye dönüş ebilir. Bir yaban arısı larvası ç ifti, ç ok fazla rekabetle karş ılaş ırlarsa bodur kalabilir ve aç kalabilir ve tırtıllarda olgunlaş ması iç in uzun zamana ihtiyaç duyan eş ek arıları iç in tehlike daha da kötüdür. Yaban arısı Copidosoma floridanum'un lahana lüper güvesi iç inde olgunlaş ması tam bir ay sürer. Sonuç olarak, ş aş ırtıcı derecede düş manca bir parazittir.

Tipik olarak, Copidosoma, konakç ısına bir erkek ve bir diş i olmak üzere yalnızca iki yumurta bırakır. Herhangi bir yumurtada olduğ u gibi, her biri tek bir hücre olarak baş lar ve bölünür, ancak daha sonra ç oğ u hayvanın izlediğ i normal geliş im yolundan sapar. Yaban arısı hücreleri kümesi, daha sonra her biri ayrı eş ek arılarına dönüş en yüzlerce küç ük kümeye bölünür. Aniden, tek bir yumurta bin iki yüz klon oluş turur. Kümelerden bazıları diğ erlerinden ç ok daha hızlı geliş ir ve orijinal yumurtalarının döş enmesinden yalnızca dört gün sonra tam larva haline gelir. Asker olarak bilinen bu iki yüz larva, sivri kuyruklu ve keskin ç eneli, uzun ve ince diş ilerdir. Tırtılın nefes almak iç in kullandığ ı tüplerden birini arayarak tırtılın iç inde dolaş ırlar. Kuyruklarını bir solunum borusunun etrafına sararlar ve bir mercan resifine demirlemiş denizatları gibi tırtıl kanının akış ında sallanırlar.

Bu askerlerin görevi basit: sadece diğ er eş ek arılarını öldürmek iç in yaş ıyorlar. Baş ka bir Copidosoma floridanum veya baş ka bir tür olsun, oradan geç en herhangi bir yaban arısı larvası, bir askerin tüpünden dış arı fırlamasına, larvayı ç enelerine takmasına, bağ ırsaklarını emmesine ve iç i boş cesedin uç up gitmesine izin vermesine neden olur. Bu katliam devam ederken, Copidosoma embriyolarının geri kalanı yavaş yavaş geliş ir ve sonunda bin tane daha yaban arısı larvasına dönüş ür. Üreme olarak adlandırılan bu larvalar, askerlerden ç ok farklı görünüyor. Ağ ız yerine sadece sifonları vardır ve o kadar tombul ve hantaldırlar ki ancak tırtılın kanının akış ıyla hareket edebilirler. Üremeler herhangi bir saldırıya karş ı ç aresiz kalır, ancak askerler sayesinde rakiplerinin buruş muş cesetleri yanlarından geç erken tırtılın özsularını iç ebilirler.

Bir süre sonra askerler kardeş lerine, daha doğ rusu kardeş lerine saldırır.
Bir anne Copidosoma, bir erkek yumurta ve bir diş i yumurta bırakır; ikisi de ç oğ aldıktan sonra, cinsiyetler arasında yarı yarıya bir bölünme meydana getirir. Ancak askerler, hayatta kalanların büyük ç oğ unluğ unun kadın olması iç in erkekleri seç erek öldürür. Entomologlar bir keresinde bir tırtıldan ç ıkan iki bin kız kardeş ve tek erkek kardeş Copidosoma'yı belgelediler.

Askerler, makul evrimsel nedenlerle kendi kardeş lerine saldırır. erkekler yapar

gelecekteki yavruları için sperm sağlamanın ötesinde hiçbir şey. Copidosoma'nın konakçılarını bulmak zordur - kilometrelerce okyanusla ayrılmış adalar gibi dağılırlar, bu nedenle bir tırtılın içinden çıkan erkekler muhtemelen evlerinin yakınında kız kardeşleriyle başarılı bir şekilde çiftleşirler. Böyle bir durumda, sadece birkaç erkek gereklidir ve daha fazlası çiftleşmeleri için daha az dişi ve daha az yavru anlamına gelir. Dişi askerler, erkek üreme organlarını öldürerek, ev sahibinin mümkün olan en fazla dişiyi destekleyebilmesini ve kız kardeşleriyle paylaştıkları genlerin devam etmesine yardımcı olmasını sağlar.

Askerler ne kadar acımasız olsalar da özverilidirler. Tırtıldan kaçmak için gerekli donanıma sahip olmadan doğarlar. Üreme kardeşleri ev sahibini delip kendilerine koza inşa ederken, askerler içeride sıkışıp kalır.
Ev sahipleri öldüğünde onunla birlikte ölürler.

Bu son yolculuğu yapmak, yani ev sahibini terk etmek, bir parazitin varoluşundaki en önemli adımdır. Zamanı geldiğinde dışarı çıkmaya özellikle dikkat edilmelidir çünkü aksi halde sahibiyle birlikte ölmeye mahkumdur. Bu nedenle, Michael Sukhdeo'nun çocukken olduğu gibi, fil hastalığı için test edilmesi gereken insanlar geceleri test edilmelidir. Yetişkin filarial solucanlar lenf kanallarında yaşarlar ve ürettikleri yavru solucanlar kan dolaşımına girerek zamanlarının çoğunu vücudun derin dokularındaki kılcal damarlarda geçirirler. Ancak bir yavru solucanın büyüyüp yetişkin hale gelmesinin tek yolu, gece çıkan sivrisineklerin ısırığına kapılmasıdır.

Her nasılsa, vücudumuzun derinliklerinde, solucanlar günün hangi saatinde olduğunu anlayabilir -belki de konakçılarının vücut sıcaklığındaki artış ve düşüşleri algılayarak- ve derinin hemen altındaki kan damarlarına doğru hareket edebilirler. sivrisinek tarafından emilmek için. Sabahın ikisinde, bir ısırıkta yakalanmayan solucanlar, bir sonraki alacakaranlığı beklemek için konakçılarının çekirdeğine geri dönmeye başlar.

Parazitler, ayrılma zamanı geldiğinde onlara sinyal vermek için hormonları da kullanabilirler. Dişi tavşanın derisindeki pireler, ondan içtikleri kandaki hormonları tespit edebilir. Ne zaman doğum yapmak üzere olduğunu anlayabilirler ve yüzünün önüne koşarak karşılık verirler.
Bebeklerini doğurttuktan ve onları burnunu sokup yaladıktan sonra, pireler yeni doğanların üzerine sıçrar. Yavru tavşanlar henüz kendilerini tımarlayamazlar ve anneleri onları sadece günde bir kez emzirmek için yuvalarına gittiklerinde temizler. Bu, yavru tavşanları pireler için harika sakin yuvalar yapar. Pireler hemen yavrularla beslenmeye, çiftleşmeye ve yumurtlamaya başlar. Yeni nesil pireler bebeklerin üzerinde büyürler, ancak annenin tekrar hamile olduğunu hissettiklerinde tekrar annenin üzerine atlarlar. Orada bir sonraki yavruya bulaştırmak için beklerler.

Bir parazitin tercih ettiği tür yalnız bir yaratık olduğunda, yeni bir konakçıya ulaşmak büyük bir zorluk haline gelebilir. Örneğin, bir Arizona çölünün sert yaz toprağına birkaç adım kazın ve bir kurbağa bulabilirsiniz. Bu, kürek ayaklı karakurbağası Scaphiopus couchi ve her yıl hüküm süren on bir aylık kuraklıktan uyuyarak uzaklaşıyor. Yeraltında oturur, yemez, içmez. Kalbi zar zor atıyor ama hücreleri metabolik olarak hala mırıldanmak zorunda ve atıklarını karaciğerinde ve mesanesinde depoluyor. Temmuz veya ağustos aylarında ilk yağmurlar gelir, kükreyen ve toprağı parçalayan muson yağmurları. İlk ıslak gecede kurbağalar canlanır ve sürünerek dışarı çıkar.

Kurbağalar, erkeklerin sayıca dişilerden on kat fazla olduğu göletlerde toplanır. Yüzen korolar halinde şarkı söyleyerek dişileri cezbederler, o kadar tutkulu bir şekilde vıraklarlar ki,

boğazlar kanıyor Dişi, beğendiği sesi bulana ve erkeği dürtükleyene kadar erkeklerin arasında sürüklenir. Onun üzerine tırmanır ve birbirlerine kilitlenirler, dişi, erkeğin spermiyle döllediği bir sal yumurtayı kaydırır. Sabahın dördünde kur yapma işi biter. Sıcak güneş doğmadan önce, kurbağalar yere birkaç santim kadar geri süründüler. Sadece güneş tekrar battığında (ve sadece yeterli su varsa) kurbağalar yüzeye geri döner. Kurbağalar çiftleşmedikleri zaman, yılın geri kalanında onlara yetecek kadar yiyecek yiyorlar. Bir karakurbağası, ağırlığının yarısını termitleri bir gecede yiyebilir. Bu arada, yağmur mevsimi sadece birkaç hafta sürdüğü için yavruları yumurtadan kurbağaya sadece on günde çılgınca büyür. Yağmurlar azaldıkça, kurbağaların hepsi yeraltında kaybolur, birkaç gün toprak dışında kalır ve uyku hayatlarına geri döner.

Ev sahibinden ev sahibine geçmek için çok az fırsatla, bir kürek ayaklı kurbağa, bir parazit için kötü bir seçim gibi görünebilir. Aslında, kürek ayağının içinde yer edinmiş neredeyse hiç parazit yoktur ve bunların çoğu yalnızca zayıf enfeksiyonlara neden olabilir. Ancak bir parazit, Pseudodiplorchis americanus adlı bir solucan olan kürek ayaklı yaşamdan olumlu bir şekilde keyif alıyor . Pseudodiplorchis , neredeyse her zaman balıkların derisinde yaşayan ve her zaman var olan suyun rahatlığında konakçıdan konakçıya seyahat eden, narin kabarcıklı solucanlar olan monogeneans adı verilen bir parazit grubuna aittir. Yine de kürek ayaklı kurbağaların yarısı monogenean Pseudodiplorchis taşır ve her kurbağa ortalama beş tane taşır.

Tüm yerler arasında Pseudodiplorchis , uzun uyku sırasında yaşamak için kurbağanın mesanesini seçer. Kurbağa mesaneye daha fazla tuz ve diğer atıkları pompalarken, parazit kan emerek ve çiftleşerek hayatına devam eder. Her dişi Pseudodiplorchis içinde yüzlerce yumurta olgunlaşarak larvaya dönüşür. Aylarca onun içinde oturup kurbağanın uyanmasını bekliyorlar. Bir sonraki yıla kadar yağmurlar yağmasa bile, parazitler kurbağanın beklediği kadar beklerler. Yağmurlar yağdığında, parazit kendi başına bir tufana yakalanır.

Kurbağa pençelerini yere indirdikten sonra, derisi suyu emer ve bu su kan dolaşımına karışarak yıl boyunca vücudunda biriken tüm zehirli atıkları böbrekleri ve mesanesi yoluyla dışarı atar. Bu idrar seli aniden parazitin yaşam alanını tuzlu bir okyanustan tatlı su havuzuna çevirir.

Pseudodiplorchis sel sırasında sımsıkı tutunur ve beklemeye devam eder. Erkek korolarını ve kadın teftişlerini bekler. Bir anne Pseudodiplorchis, ancak ev sahibi kurbağa başka bir kurbağayla çiftleşmeye çalışırken cinsel olarak uyarıldığında, yüzlerce yavrusunu mesaneden dışarı ve gölete fırlatır. Suya ulaştıklarında yumurta keselerinden çıkarlar ve serbestçe yüzerler.

Şimdi, on bir aylık bekleyişlerinin ardından parazitler yarışmak zorunda. Kurbağalar yeraltına geri dönmeden ve güneş yükselmeden ve mahsur kalan parazitler kızarmadan önce çiftleşme havuzunda başka bir konukçu bulmak için yalnızca birkaç saatleri var. Gölette yüzerken, suyu dolduran diğer çöl kurbağası türlerinden birinin üzerine sürünmediklerinden emin olmaları gerekir. Kürek ayağından gelen bir tür benzersiz deri salgısı muhtemelen onları ev sahibine yönlendiriyor. Pseudodiplorchis, havuzlarında harika bir yön bulma yeteneğine sahiptir. Pek çok parazit için, binlerce larvadan yalnızca birkaçının içinde olgunlaşabilecekleri bir ev sahibi bulması alışılmadık bir durum değildir. Pseudodiplorchis'in başarı oranı yüzde 30'dur.

Konağına çarptığı anda, bir Pseudodiplorchis larvası kurbağanın yanında sürünmeye başlar. Sudan tamamen çıkar, çıkabildiği kadar yükseğe tırmanır. biter

kurbağanın kafası ve oradayken burun deliklerini bulabilir ve içeri girebilir.

Yarış daha da devam ediyor: Pseudodiplorchis'in yağmur mevsimi sona ermeden önce kurbağanın mesanesine girmesi gerekiyor. Ve kurbağanın içinde, Pseudodiplorchis çöl güneşi kadar öldürücü koşullarla karşı karşıyadır. Kurbağanın nefes borusundan aşağı iner ve akciğerlere ulaşana kadar kan içer. Orada iki hafta yaşar, kurbağanın onu öksürme çabalarına karşı savaşır ve olgunlaşarak yaklaşık bir inçin onda biri uzunluğunda genç bir yetişkin olur. Akciğerleri terk eder ve kurbağanın ağzına girer, sadece arkasını dönüp yemek borusundan aşağı ve bağırsağına dalar.

Kurbağanın yemeğini sindirmek için kullandığı asitler ve enzimler, böylesine hassas bir paraziti çözmelidir. Yeni gelmiş bir Pseudodiplorchis'i kurbağanın akciğerinden çıkarıp doğrudan bağırsaklarına sokarsanız, parazit dakikalar içinde ölür . Ancak ciğerlerinde geçirdiği iki haftada, derisinde sıvı dolu baloncuklar biriktirerek kendini yolculuğa hazırlayabilir. Kurbağanın sindirim sistemine daldığında, onu sindirmeye çalışan bileşikleri nötralize eden kimyasalları dışarı saçarak kabarcıkların patlamasına izin verir. Yine de, bu korumaya rağmen, Pseudodiplorchis oyalanmaz: Kurbağanın tüm sindirim sistemini yarım saat içinde doldurur ve mesaneye doğru yol alır. Burundan akciğere, ağza ve mesaneye tüm yolculuk üç haftadan fazla sürmez ve o zamana kadar ev sahibi kurbağa yıllık çiftleşme ve ziyafetini bitirir ve tekrar yeraltına iner.

Kürek ayaklı kurbağa, parazitleri kadar izole bir yaşam süren birkaç konaktan biridir; birlikte kendi türlerini tekrar görme şansını bekleyerek yerde bir yıl geçirirler.

…

Parazitler, doğanın sunduğu en düşmanca yaşam alanlarını kolonileştirdi ve bu süreçte güzel ve karmaşık uyarlamalar geliştirdi. Bu bakımdan, Lankester'ı dehşete düşürebilecek kadar, özgür yaşayan muadillerinden hiç bir farkları yok. Ve bu bölümde parazitlerin yaptığı en dikkate değer adaptasyondan bahsetmeye bile yerim olmadı: bağışıklık sisteminin saldırısını savuşturmak. Bu mücadele kendine ait bir bölüm gerektiriyor.

3

Otuz Yıl Savaşları

Ey Gül sen hastasın.
Geceleri uçan
görünmez solucan,
Uluyan fırtınada, Buldu
senin kızıl neşe
yatağını, Ve onun
karanlık gizli aşkı Yıkıyor
hayatını.

—William Blake, “Hasta Gül”

Bir gün bir adam yorgun olduğunu söyleyerek Avustralya'daki Royal Perth Hastanesine geldi. İki yıldır yorgundu ve şimdi, 1980 yazında, sorununun ne olduğunu bulma zamanının geldiğine karar verdi. Sağlığı mükemmel değildi ama kötü de değildi. Onlu yaşlarında ve yirmili yaşlarında çok sigara tiryakisiydi ama kırk dört yaşında tek zevki her gece bir kadeh beyaz şaraptı.

Doktoru derisinden karaciğerinin şiştiğini hissedebiliyordu. Bir ultrason görüntüsünde, üç lobundan ikisi çok büyük görünüyordu. Yine de, tümör veya siroz gibi doktorun bulmayı umduğu türde belalara dair hiç bir işaret yoktu. Doktor, adamın taburesi hakkındaki raporu aldığında ne olduğunu anladı: Tabure, Schistosoma mansoni'nin dikenli yumurtalarıyla doluydu - sadece Afrika ve Latin Amerika'da bulunan kan şansları.

Doktor, adama hayatı boyunca yürümesini sağladı. Kabaca başlamıştı. 1936'da Polonya'da doğmuştu. Sovyet ordusu, ailesini İkinci Dünya Savaşı sırasında almış ve onları bir Sibirya esir kampında tutmuştu. Savaşın sonlarına doğru kaçıp Afganistan ve İran'ı dolaşarak sonunda Doğu Afrika'da bir mülteci kampına düşmüşlerdi. Ailesinin Avustralya'ya göç ettiği 1950 yılına kadar altı yıl boyunca savanlar onun oyun alanıydı. Hayatının geri kalanında orada kalmıştı.

Matematik yeterince basit ama inanması zor: Adamın hayatında Schistosoma mansoni'nin yakınında olduğu tek zaman 1940'ların sonlarındaydı. Tanzanya göllerinde yüzdüğünde ve yıkandığında, en az bir çift şans derisini işgal etmiş ve damarlarına girmişti; onunla Avustralya'ya seyahat etmişler ve onunla yeni bir hayata başlamışlardı ve erkek ve dişi şanslar otuz yılı aşkın bir süredir sessizce birbirine dolanmış ve yumurtaları dışarı pompalayarak yaşamaya devam etmişlerdi.

Kan parazitlerinin uzun ömürlülüğünü daha da etkileyici kılan şey, bunu sürekli tehdit ve saldırı altında elde etmiş olmalarıdır. Lankester, bir konakçının içine girdikten sonra parazitin evde olmadığı izlenimine kapılmıştı. Onu yıkayan yemeği içmekten başka bir şey yapması gerekmiyordu ve aslında daha fazlasını yapamazdı. Ancak "Dejenerasyon" adlı makalesini 1879'da, vücudun savunma bilimi olan immünoloji,

hala simyadan biraz daha iyiydi. Doktorlar, çiçek hastalığından bir parça çiçek yarası enjekte ederek insanları çiçek hastalığından koruyabileceklerini biliyorlardı, ancak gerçekte nasıl hayat kurtardıklarına dair hiç bir fikirleri yoktu. Lankester'ın makalesinden birkaç yıl sonra, bilim adamları vücudumuzda gezinen ve bakterileri yiyip bitiren yırtıcı hücreleri keşfedeceklerdi ve immünoloji doğdu.

Bilim adamlarının o zamandan beri bağışıklık sistemi hakkında öğrendiklerini özetlemek, Sistine Şapeli'ni mum boya ile yeniden üretmeye çalışmak gibidir. Hücrelerin neyin yok edilmesi ve neyin korunması gerektiğine karar vermesine yardımcı olmak için tasarlanmış düzinelerce türde molekülün yanı sıra, hepsi bir sözlük değerinde sinyallerle birbirleriyle iletişim kuran çok çeşitli hücrelerle, karmaşıklığında bir orkestraldir. Kanla taşınan bir beyin gibi davranır. Ama burada, her halükarda, vücudumuzun parazitleri öldürmesinin en önemli yollarının kısa bir incelemesi var.

Bağışıklık sistemi bir davetsiz misafire saldırır - örneğin bir kesiğe giren bakteri - art arda gelen dalgalar halinde. İlk dalgalardan biri, tamamlayıcı adı verilen bir moleküller topluluğudur.
Tamamlayıcı moleküller bakterilerin yüzeyine çarptığında, geçen diğer tamamlayıcı molekülleri yakalayabilmeleri için şekillerini değiştirirler.
Yavaş yavaş moleküller yüzeyde birikir. Bakterilerin zarlarında bir delik açabilen matkaplar gibi kendilerini yok etme araçlarına dönüştürürler. Ayrıca, bakterileri bağışıklık hücreleri için daha görünür hale getiren işaret lambaları gibi davranırlar. Tamamlayıcı moleküller de kendi hücrelerimize inerler ama zarar vermezler. Hücrelerimiz, tamamlayıcı bir moleküle kenetlenebilen ve onu parçalayabilen moleküllerle kaplıdır.

Ayrıca kesime erken gelenler, en önemlileri makrofajlar olan gezici bağışıklık hücreleridir. Bakterilerle karşılaşırlarsa onları tanımanın bazı kaba yöntemleri var ve istilacıları çekirdeklerine çekip yavaşça sindirebiliyorlar. Aynı zamanda makrofajlar, bağışıklık sisteminin geri kalanının dikkatini bölgeye çeken sinyaller de salar. Bu sinyallerin bazıları, komşu kan damarı duvarlarını gevşeterek enfeksiyonun şişmesine neden olur. Bu, diğer bağışıklık hücrelerinin ve moleküllerinin dokuya akmasına izin verir. Makrofajlar tarafından salınan sinyal molekülleri, yakınlardaki kan damarlarında akan bağışıklık hücrelerine de tutunur. Bir oyuncakçı reyonunda annesini elinden tutup sürükleyen bir çocuk gibi, hücreleri damar duvarından geçirip enfeksiyona yönlendirirler.

Yeterli zamanla, bağışıklık sistemi çok daha gelişmiş hücreleri kullanarak yeni bir saldırı dalgası düzenleyebilir: B ve T hücreleri. Hücrelerimizin çoğu, yüzeylerinde standart bir reseptör sorunu ile gelir. Bir kırmızı kan hücresi hemen hemen diğerine benziyor.
Ancak B ve T hücreleri oluştuğunda, yüzeylerinde reseptör oluşturan genleri karıştırırlar. Hücreler, başka hiç bir bağışıklık hücresinde bulunmayan şekillere sahip yeni reseptörler oluşturmak için değiştirilmiş genleri kullanır. Bu karıştırma, yüz milyarlarca farklı şekil üretebilir, böylece her yeni B veya T hücresi, bir insan yüzü kadar belirgindir.

Çok çeşitli oldukları için B ve T hücreleri, istilacıların yüzeyindekiler de dahil olmak üzere çok çeşitli molekülleri yakalayabilir. (Bir bağışıklık tepkisini tetikleyen yabancı moleküllere antijen denir.) Ancak, öncelikle hücrelerin antijenlere uygun bir giriş yapması gerekir. Bu iş makrofajlar ve diğer bağışıklık hücreleri tarafından gerçekleştirilir. Bakterileri veya dökülen parçalarını yuttukça, bağışıklık hücreleri onları küçük parçalara ayırır. Daha sonra bu antijenleri yüzeylerine getirerek sergilerler.

onları özel bir kapta (majör doku uygunluk kompleksi veya kısaca MHC).
Bağışıklık hücreleri, bu fetihleri sergileyerek lenf düğümlerine gider. Orada T hücrelerine çarpıyorlar. Bir T hücresi doğru türde reseptöre sahipse, bir makrofaj tarafından görüntülenen antijenlere kilitlenebilir. Antijeni tanır tanımaz, T hücreleri, hepsi aynı reseptörle donatılmış, aynı hücrelerden oluşan bir tabur halinde hızla çoğalmaya başlar.

Bu T hücreleri, her biri istilacıları farklı bir tarzda öldüren üç biçimden birini alabilir. Bazen vücutta patojenler tarafından istila edilmiş hücreleri arayan öldürücü T hücreleri haline gelirler. Yine MHC sayesinde enfekte hücreleri tanırlar. Makrofajlar gibi, insan vücudundaki çoğu hücre, antijenleri kendi MHC reseptörlerinde gösterebilir. Öldürücü T hücresi bu sorun belirtilerini fark ederse, enfekte olmuş bir hücreye intihar etmesini emreder. İçindeki parazit de onunla birlikte ölür.

Diğer durumlarda, aktive edilmiş T hücreleri, daha iyi bir öldürme işi yapmak için diğer bağışıklık hücrelerini koordine etmeye başlar. Bazen enflamatuar T hücreleri haline gelerek yardımcı olurlar. Bu hücreler, yükselen bakteri dalgasıyla savaşmak için mücadele eden makrofajlara doğru sürünürler. Makrofajın MHC'sinde görüntülenen antijene kilitlenirler. Bu kilitleme bir tetik görevi görerek makrofajı daha şiddetli bir katile dönüştürerek daha fazla zehir püskürtür. Aynı zamanda, enflamatuar T hücreleri, kesiğin makrofajların kendi başlarına yönetebileceklerinden çok daha fazla şişmesine yardımcı olur. Enflamatuar T hücreleri ayrıca yorgun yaşlı makrofajları öldürür ve yaşlı kuzenlerini yutmak için yenilerinin üretimini teşvik eder. Savaşa aç generaller gibidirler: Savaşta olmaları iyidir ama kontrolden çıkmalarına izin verilmez. Çok fazla iltihaplanma, makrofajlar tarafından üretilen çok fazla zehir ve bağışıklık sistemi vücudun kendisini yok etmeye başlar.

T hücrelerinin aldığı üçüncü formda, B hücrelerinin antikor yapmasına yardımcı olurlar. B hücreleri, T hücreleri ile aynı yüzey molekülleri çeşitliliğine sahiptir, dolayısıyla milyarlarca farklı türde antijene tutunma potansiyeline de sahiptirler. Bir B hücresi bir parçaya kilitlendikten sonra, yardımcı bir T hücresi gelip aynı anda ona tutunabilir. Bu birleşmelerde T hücresi, B hücresine antikor yapmaya başlaması için sinyaller verebilir. Antikorlar, bir B hücresi reseptörünün bir tür serbest yüzen versiyonudur ve ayrıca bir istilacıdan gelen bir antijene tutunabilir.

B hücreleri aktive olduklarında antikorları vücuda yayarlar ve belirli antikora bağlı olarak enfeksiyonla birkaç şekilde savaşabilirler. Bakteriler tarafından yapılan bir toksinin etrafında toplanıp onu nötralize edebilirler. Daha büyük delikler açmak için bakterileri delmeye çalışan tamamlayıcı moleküllere yardımcı olabilirler. Bakterileri yakalayabilir ve vücut hücrelerini istila etmek için kullandıkları kimyayı bozabilirler. Bakterileri makrofajlar için daha net bir hedef haline getirmek üzere etiketleyebilirler.

B ve T hücrelerinin çoğu kesikteki bakterileri yok etmeye çalışırken, birkaçı saldırının dışında kalır. Bunlar hafıza hücreleri olarak bilinir; enfeksiyondan sonra yıllarca istilacının kaydını tutmak onların işidir. Aynı tür bakteriler vücuda tekrar girerse, hafıza hücreleri tekrar devreye girebilir ve hızlı, ezici bir saldırı düzenleyebilir. Bu hücreler aşıların sırrıdır. Bağışıklık hücreleri sadece bir antijene maruz kalsalar bile hafıza hücreleri üretebilirler. Aşı, canlı bir organizmayı değil, sadece bir molekülü içerdiğinden, bir insanı hasta etmez, ancak yine de, patojenle bir daha karşılaşırsa, bağışıklık sistemini patojeni yok etmeye hazırlayabilir.

T hücreleri, B hücreleri, makrofajlar, tamamlayıcı moleküller, antikorlar ve bağışıklık sisteminin diğer tüm parçaları, vücudumuzu sürekli temizleyen sıkı bir ağ oluşturur. Yine de ara sıra bir parazit sızar ve kendini yerleşir. Başarısı sadece biraz dikkatsizlikten değil, parazitin bağışıklık sisteminden kaçabilme yeteneğinden kaynaklanmaktadır. Bakterilerin ve virüslerin kendi hileleri vardır, ancak en ilgi çekici stratejilerin çoğu "klasik" parazitler - protozoa, parazitler, tenyalar ve diğer ökaryotlar arasında bulunur. Bağışıklık sisteminden kaçabilir, dikkatini dağıtabilir, yıpratabilir ve hatta kontrolünü ele geçirerek sinyallerini zayıflatabilir veya gerekirse yükseltebilir. Bu parazitlerin karmaşıklığının bir işareti, virüsler ve bakteriler için pek çok aşı olmasına rağmen onlar için hala bir aşı bulunmamasıdır. Lankester bunlardan herhangi birini bilseydi, belki de asalaklara hâlâ üzerinden atamadıkları kötü şöhreti vermezdi.

...

Eylül 1909'da, Northumberland'dan güçlü bir genç adam, Luangwa Nehri yakınında, kuzeydoğu Rodezya'da uyku hastalığına yakalandı. Hastalığı iki aydır teşhis edilmedi, ancak kısa süre sonra İngiltere'ye döndü ve Liverpool Tropikal Tıp Okulu'ndaki doktorlar tarafından tedavi edildi. 4 Aralık'ta doktorunun Binbaşı Ronald Ross olduğu Royal Southern Hastanesine kaldırıldı. Ross, on yıl önce sıtma döngüsünü, yani Plasmodium'un sivrisinek ve insan arasında seyahat etme şeklini çözen tropikal tıbbın devlerinden biriydi . Uyuyan hastanın kanı tripanozom parazitleriyle kaynıyordu, her damlasında binlerce augur biçimli yaratık vardı. Bezleri şişti ve bacakları kızarıklıklarla kaplandı. Haftalarca azaldı. Ross parazitleri bir arsenik bileşiğiyle yok etmeye çalıştı ama adamın gözlerine zarar verdiğinde durmak zorunda kaldı. Nisan ayında hasta dört gün kustu ve on kilo verdi. O andan itibaren, ara sıra canlanmasına rağmen, daha uykulu ve daha uykulu hale geldi. Karaciğeri genişledi ve beynindeki damarlar tıkandı.

Ross diğer tedavileri denemeye başladı. Hastasından aldığı kanla bir fareyi aşıladı, parazitlerin çoğalmasına izin verdi ve sonra farenin kanından bir miktar aldı. Tripanozomları öldürmek için ısıttı ve sonra bu ham aşıyı tekrar adama enjekte etti. Hiçbir şey yapmadı. Mayıs ayında hastasının anal sfinkteri felç oldu ve Ross öleceğinden emindi, ancak bir hafta sonra ani ve dikkate değer bir iyileşme yaşadı. Tekrar solmadan önce sadece birkaç gün sürdü, zatürree oldu ve vefat etti. Otopside Ross tek bir tripanozom bile bulamadı.

Ross, birkaç yıl önce kan parazitlerini saptamanın hızlı bir yolunu bulmuştu ve bu yöntemi hastanın son üç ayında hasta üzerinde kullanmıştı. Bu süreçte dünyanın ilk günden güne uyku hastalığı portresini elde etti. Hastasıyla ilgili bir raporda "olağanüstü bir grafik" olarak tanımladığı şeyin üzerine çizdi. Grafik net bir ritim gösteriyordu: Birkaç gün boyunca tripanozomlar fırlayarak on beş katına kadar artıyordu. Sonra, aniden, zar zor algılanabilen sayılara geri dönerlerdi. Döngü bir hafta kadar sürerdi ve ardından adamın ateşleri ve değişen beyaz kan hücresi sayıları gelirdi. Adam tek bir parazit saldırısına uğramamıştı - içinde bir dizi salgın alevlenmiş ve ölmüştü.

Ross, hastasında "enfekte vücudun savunma güç leri ile tripanozomların saldırgan güç leri arasında bir mücadele" gördü. Bu mücadelenin doğ asının tam olarak ne olduğ unu söyleyemedi. Doksan yıllık bir ç alış mayla, bilim adamları hala bir uyku hastalığ ı aş ısı yapamıyorlar, ancak en azından tripanozomların konukç uları ölene kadar dikenli dalgalarını nasıl sürdüklerini anlıyorlar. Yorucu bir yem-ve değ iş tirme oyunu oynuyorlar.

Bir tripanozom üzerinden Fantastik Yolculuk tarzı uç abilseydiniz , manzaradan sıkılırdınız. Iowa'daki en kasvetli mısır tarlası gibi olurdu: milyonlarca sap, aralarında neredeyse hiç boş luk kalmayacak ş ekilde birbirine tıkış tırılmış tı. Bir sonraki tripanozoma uç un ve hiç bir rahatlama yok: mısır sapları ilki ile aynı olacaktır. Aslında, herhangi bir anda bir insan konakç ıdaki milyonlarca tripanozomdan herhangi birine gidin ve büyük olasılıkla aynı ceketi bulacaksınız.

Bir insan bağ ış ıklık sistemi iç in bu parazitleri öldürmek, varildeki balıklar kadar kolay olmalıdır. Bağ ış ıklık sistemi bu mısır sapı moleküllerinden yalnızca birini tanımayı öğ renirse, vücuttaki hemen hemen her parazite saldırabilir. Ve gerç ekten de, konakç ının B hücreleri mısır saplarına uygun antikorlar üretmeye baş ladığ ında, tripanozomlar ölmeye baş lar. Ama tamamen değ il. Tripanozomlar tam karanlıkta kaybolmak üzereymiş gibi göründüğ ünde, sayıları dibe vurur ve tekrar yükselir. Görünüm değ iş ti. Ş imdi tripanozomların üzerinden uç acak olsaydınız, mısır değ il buğ day bulurdunuz; tamamen sıkıcı bir enginlik ama tamamen farklı türden bir enginlik.

Hızlı değ iş im, tripanozom genlerinin benzersiz bir ş ekilde düzenlenmesi sayesinde gerç ekleş ir. Tripanozomun kabuğ unu oluş turan molekülü oluş turma talimatları, tek bir gene oturur. Normal olarak, tripanozom bölündüğ ünde, yeni parazitler aynı geni aynı kaplamayı yapmak iç in kullanır. Ancak her on bin bölünmede bir, bir tripanozom geni aniden emekliye ayıracak ve onu parazitin DNA'sındaki konumundan ç ıkaracaktır. Daha sonra, diğ er bin kaplama yapıcı gen rezervine ulaş ır, birini seç er ve onu eski genin konumuna yapış tırır. Yeni gen, yüzey molekülünü yapmaya baş lar: öncekine benzeyen ama onunla aynı olmayan bir molekül.

Ş imdi, ilk kaplamaya bu kadar odaklanan bağ ış ıklık sisteminin, ikinciyi tanımak ve onun iç in yeni antikorlar üretmek iç in zamana ihtiyacı var. Bu süre zarfında, yeni kaplamaya sahip tripanozomlar güvendedir ve hızla ç oğ alabilirler. Bağ ış ıklık sistemi bunu yakalayıp yeni bir antikorla tripanozomlara saldırdığ ında, baş ka bir tripanozom üç üncü bir geni yerleş tirmiş ve üç üncü bir kaplama yapıyor. Kovalama aylarca veya yıllarca sürer, tripanozomlar yüzlerce kez kürklerini fırlatıp yenilerini giyerler. Kan dolaş ımında biriken pek ç ok farklı türde tripanozom parç asıyla, konağ ın bağ ış ıklık sistemi kronik olarak aş ırı uyarılır ve kurban ölene kadar kendi vücuduna saldırır.

Bu yemle ve değ iş tir stratejisi, yalnızca parazitin kürk üreten gen rezervuarına dalabilmesi nedeniyle iş e yarar. Ancak bu genler, herhangi bir rasgele sırayla, boğ a ağ ıllarından ç ağ rılamaz. Bir insanın vücuduna giren ilk nesil tripanozomların, tüm tüy oluş turma genlerini harekete geç irdiğ ini varsayalım. Bağ ış ıklık sistemi, hepsine karş ı antikorlar üretecek ve enfeksiyonu hızlı bir ş ekilde durduracaktır. Ve eğ er yeni nesil bir parazit eski bir kaplama genine geri dönerse, bağ ış ıklık sistemi hala onunla savaş abileceğ i bazı antikorlara sahip olacaktır. Bunun yerine,

tripanozomlar, dizilişlerini önceden belirlenmiş bir sırayla dikkatlice gözden geçirir. İki tripanozom klonu alın ve iki fareye bulaştırın ve onların soyundan gelenler aynı genleri aynı sırayla değiştirecektir. Bu şekilde, parazit enfeksiyonunu aylarca uzatabilir.

Ronald Ross bugün uyku hastalığından çok sıtma konusundaki çalışmalarıyla anılıyor. Yine de Plasmodium'un insan bağışıklık sistemiyle nasıl savaştığı hakkında pek bir şey keşfetmeyi başaramadı. Trypanosome'lar patlama ve büstleriyle kaçmalarını sergilerler, ancak Plasmodium daha kurnazdır. Parazit vücuttaki zamanının büyük bir bölümünde bir örtüden diğerine geçer. Sivrisinek ısırığıyla insana ilk girdiğinde, genellikle bağışıklık sisteminin dikkatinden kaçacak kadar hızlı olan karaciğere yarım saat içinde ulaşabilir. Parazit olgunlaşmak için bir karaciğer hücresine kayar ve burada vücudun dikkatini çeker. Karaciğer hücreleri, içlerinde yüzen Plasmodium'dan başıboş proteinleri yakalar, keser ve MHC moleküllerinde sergileyecekleri yüzeylerine götürür. Konağın bağışıklık sistemi bu antijenleri tanır ve hasta karaciğer hücrelerine karşı bir saldırı düzenlemeye başlar. Ancak saldırı zaman alır - parazitin bir haftada kırk bin kopyaya bölünmesi, karaciğerden dışarı fırlaması ve kan hücrelerini araması için yeterli zaman. Bağışıklık sistemi enfekte olmuş karaciğer hücrelerini yok etmeye hazır olduğunda, hücreler boş kabuklara dönüşmüştür.

Bu arada, parazitler kırmızı kan hücrelerini istila ediyor ve evlerini iyileştiriyorlar. Plasmodium, hücrelerin gen ve protein eksikliğini gidermek için çok çaba sarf etmek zorundadır, ancak kısırlıklarının da avantajları vardır: kırmızı kan hücresi saklanmak için iyi bir yerdir. Genleri olmadığı için herhangi bir MHC molekülü yapamazlar, dolayısıyla içlerinde ne olduğunu bağışıklık sistemine gösteremezler. Bir süreliğine, Plasmodium hücre içinde mükemmel kamuflajın tadını çıkarabilir.

Parazit hücreyi bölüp doldururken, zarı kendi proteinleriyle desteklemeye başlamak zorundadır. Dalakta yok edilmekten kaçınmak için, hücrenin yüzeyinde, her biri kan damarlarının duvarlarına takılabilen küçük mandallara sahip yumrular oluşturur. Bu mandallar kendi başlarına bir tehlike oluştururlar: bağışıklık sisteminin dikkatini çekme riski taşırlar. Onlara karşı antikorlar üretilebilir ve enfekte bir hücrenin bu belirtilerini tanıyan bir öldürücü T hücreleri ordusu oluşturulabilir.

Bu mandallar bağışıklık sistemi tarafından tanınabildiğinden, bilim adamları sıtmaya karşı bir aşı geliştirme umuduyla onları incelemek için çok zaman harcadılar. 1990'larda, mandallar için talimatları taşıyan genleri ilk kez dizileyebildiler. Bir mandal oluşturmak için yalnızca tek bir gen gerektiğini buldular, ancak Plasmodium DNA'da bir tane yapabilen yüzden fazla farklı gen var. Ve her türlü mandal, kırmızı kan hücresini bir kan damarı duvarına bağlayabilirken, her birinin benzersiz bir şekli vardır.

Plasmodium bir kırmızı kan hücresini ilk işgal ettiğinde, bu kilit oluşturan genlerin çoğunu aynı anda çalıştırır, ancak parazit yüzeyine koymak için yalnızca bir tür kilit seçer. Böylece kırmızı kan hücresi, yalnızca bu özel mandal stiliyle kaplanacaktır.
Hücre parçalandığında, on altı yeni parazit ortaya çıkar ve aynı mandalı yapmak için hemen hemen her zaman aynı geni kullanırlar. Ancak ara sıra, bir parazit başka bir gene geçiş yapacak ve bağışıklık sistemi tarafından tanınmayan yeni mandallar oluşturacaktır.
İşte Plasmodium bu şekilde göz önünde saklanmayı başarır: zamanla bağışıklık

sistem mandallarını tanıdı, parazit yenilerini yapıyor. Baş ka bir deyiş le, sıtma, uyku hastalığ ında kullanılana ç ok benzeyen bir yemle değ iş tir stratejisi kullanır. Ronald Ross bilmese de uyku hastalığ ı ve sıtmaya karş ı mücadele eden hastaları aynı yorucu oyuna yeniliyorlardı.

Plasmodium , hücrelerimizin iç inde yaş ayan birç ok parazitten sadece biridir. Bazıları herhangi bir hücrede yaş ayabilir, bazıları ise sadece birini seç er. Hatta bazıları en tehlikeli hücrelerde, iş i parazitleri öldürmek ve yutmak olan makrofajlarda uzmanlaş ıyor. Bu son kategoride protozoon Leishmania bulunur. Bu parazitin bir düzine türü vardır ve hepsi insandan insana tatarcık denilen ısırıcı böceklerle taş ınır. Her tür kendi baş ına bir hastalığ a neden olur. Leishmania major Doğ u'da ağ rıya neden olur; kendi kendini bir pamukç uk gibi iyileş tiren can sıkıcı bir kabarcık. Leishmania donovani vücuttaki makrofajlara saldırır ve konakç ısını bir yıl iç inde öldürebilir. Ve üç üncü bir Leishmania paraziti olan Leishmania brasiliensis, parazitin, kurbanının yüzünü kaybedene kadar baş ın yumuş ak dokusunu ç iğ nediğ i espundia'ya neden olur.

Leishmania'nın , Plasmodium'un kırmızı kan hücrelerini ittiğ i gibi konak makrofajına doğ ru ilerlemesi gerekmez . Daha ç ok polis merkezinin kapısını ç alan ve tutuklanmak isteyen bir düş man casusu gibi. Parazit, bir kum sineğ inin ısırması sırasında enjekte edildiğ inde, zarını delmeye ç alış an tamamlayıcı molekülleri ç eker ve onu yutmak iç in makrofajları ç eker. Leishmania , tamamlayıcının onu delmesini durdurabilir, ancak molekülü yok etmez. Yine de tamamlayıcının diğ er iş ini yapmasına izin verir: bir iş aret gibi hareket etmek. Bir makrofaj parazitin üzerinden geç er, tamamlayıcıyı saptar ve Leishmania'yı yutmak iç in zarında bir delik aç ar .

Makrofaj, paraziti iç ine batan bir baloncuk iç inde yutar.
Normalde burası bir parazit iç in ölüm odası olur. Makrofaj, bu balonu Leishmania'yı ortadan kaldırmak iç in kullanacağ ı moleküler neş terlerle dolu baş ka bir balonla kaynaş tıracaktı . Ama bir ş ekilde - bilim adamları hala nasıl olduğ unu bilmiyorlar - Leishmania kabarcıkların kaynaş masını durduruyor. Artık saldırılara karş ı güvende olan kendi balonu, parazitin geliş ebileceğ i rahat bir yuva haline gelir.

Leishmania, yalnızca iç indeki belirli makrofajı değ iş tirmekle kalmaz, vücudun tüm bağ ış ıklık sistemini de değ iş tirir. Genç T hücreleri antijenlerle ilk karş ılaş ıp onlara kilitlendiklerinde yardımcı T hücreleri haline gelebilirler. Hangi tür yardımcı olacakları -iltihaplı tür mü yoksa B hücrelerinin antikor yapmasına yardımcı olan tür- vücutta yüzen belirli sinyallerin dengesine bağ lıdır. İ lk baş ta, her iki tür T hücresi ç oğ almaya baş lar, ancak ç oğ aldıkç a birbirleriyle etkileş ime girerler. Birç ok enfeksiyonda bu mücadele, dengeyi bir tür T hücresi veya diğ eri lehine değ iş tirir. Kazanan taraf parazite karş ı kendi savaş ını baş latır.

Leishmania bu kavgayı nasıl düzelteceğ ini bulmuş tur. Aç ıkç ası, bu paraziti yok etmenin en iyi yolu, ç ok sayıda enflamatuar T hücresi yapmak olacaktır. Bu hücreler, makrofajın yuttukları parazitleri öldürmesine yardımcı olabilir. Ve aslında Leishmania ile savaş mayı baş aran insanların iç inde olan da bu gibi görünüyor . Parazitologlar, fareleri Leishmania ile enfekte ettikleri ve hastalıktan kurtulan fareler tarafından yapılan enflamatuar T hücrelerini sifonladıkları deneyler yaptılar . Parazitologlar daha sonra bu T hücrelerini, genetik olarak bağ ış ıklık sistemlerinin ç oğ undan sıyrılmış farelere enjekte ettiler. Enjeksiyon, ç aresiz farelerin parazitle de savaş masına izin verdi.

Ancak ç oğ u zaman vücudumuz doğ ru savunmayı oluş turamaz ve bu baş arısızlık Leishmania'nın iş i gibi görünüyor. Ev sahibi makrofajın iç inde otururken, hücreyi, bağ ış ıklık sistemini antikor yapmaya yardımcı olan T hücreleri lehine yönlendiren sinyalleri serbest bırakmaya zorlar. Leishmania makrofajların iç inde güvenli bir ş ekilde saklandığ ından , antikorlar onlara ulaş amaz. Ve böylece hastalık kontrolsüz gider.

Plasmodium ve Leishmania yaş adıkları yer konusunda titizdirler, sadece belirli hücre tiplerinde hayatta kalabilmektedirler. Parazitik protozoaların ç oğ u eş it derecede seç icidir, ancak hemen hemen her ş eyi istila edebilecek birkaç tane vardır. Böyle bir tür , hak edilmemiş bir belirsizlik iç inde yaş ayan bir yaratık olan Toxoplasma gondii'dir . Beyinlerinde binlerce kiş i taş ıyor olma ihtimalleri oldukç a yüksek olsa da, ç ok az insan Toksoplazma hakkında bilgi sahibidir. Dünyadaki tüm insanların üç te biri bu hastalığ a yakalanmış tır; Avrupa'nın bazı bölgelerinde neredeyse herkes ev sahibi.

Milyarlarca insan Toksoplazma taş ıyor olsa da aslında biz parazitin doğ al konağ ı değ iliz. Normalde evcil ve vahş i kediler ile yedikleri hayvanlar arasında gidip gelir. Kedi dış kısında Toxoplasma'nın yumurta benzeri ookistlerini salar ve oocyst'ler kuş , sıç an veya ceylan gibi bir hayvan tarafından alınmak üzere yıllarca yerde bekleyebilir. Yeni ev sahibinde, oocyst'ler yumurtadan ç ıkar ve protozoa vücutta hareket eder ve yuva yapacak bir hücre arar.

Toxoplasma , sıtmaya neden olan protozoan Plasmodium'un yakın bir akrabasıdır ve aynı zamanda, bir hücreye doğ ru patlayan ucunun etrafında aynı özel mekanizma ile donatılmış tır. Ancak Plasmodium sadece karaciğ er hücrelerinde ve ardından kırmızı kan hücrelerinde yaş ayabilirken, Toxoplasma pek umursamaz. Hemen hemen her tür hücreye kaslarla girer.

Toksoplazma bir hücreyi istila ettikten sonra beslenmeye ve üremeye baş lar. 128 yeni kopyaya bölündükten sonra hücreyi yırtıp aç ar ve yeni parazitler taze hücreleri istila etmeye hazır olarak dış arı ç ıkar. Birkaç gün sonra parazit vites değ iş tirir. Artık hücreleri istila etmek yerine, her biri birkaç yüz Toxoplasma bireyi saklayan kabuklar oluş turuyor. Ara sıra kistlerden biri kırılarak aç ılır ve iç indeki parazitler hücreleri istila ederek yeni Toksoplazma üretir. Ancak onların soyundan gelenler hemen kendi kistlerini oluş turur ve onların iç inde kaybolur. Ev sahibi bir kedi tarafından yenene kadar orada yıllarca oturacaklar. Son konakç ılarına girdikten sonra tekrar uyanırlar. Bölmeye baş larlar. Erkek ve diş i cinsel formları doğ ar. Çiftleş irler ve ookist yaparlar ve döngü yeniden baş lar.

Bir kiş i Toksoplazma yumurtalarını bir toprak lekesinde veya enfekte bir hayvanın etinde yutarsa , parazit aynı hızlı ve ardından yavaş ilerlemeden geç ecektir.
İ nsanlar bir Toxoplasma istilası sırasında neler olup bittiğ ini pek bilmezler ; en kötü ihtimalle hafif bir grip gibi hissettirir. Parazit sessiz kistine ç ekildiğ inde, sağ lıklı bir insan onu hiç fark etmez. Toxoplasma, tüm uysallığ ına rağ men, tripanozomlar ve Plasmodium gibi parazitlerin yanında anılmayı hak etmiyormuş gibi görünebilir . Ancak Toxoplasma, konağ ının bağ ış ıklık sistemini, bu diğ er türlerin yaptığ ı kadar zarif bir ş ekilde manipüle eder. Parazit ç ılgınca ç oğ alıp ev sahibinin vücudundaki her hücreyi öğ ütürse, kendisini yaş ayan bir konakç ı yerine bir ceset iç inde bulur. Bu, bir kedinin avlamak isteyeceğ i türden bir ş ey olmazdı. Toxoplasma, ara konakç ısını canlı tutmak ister, bu nedenle kendisini kontrol altında tutmak iç in konağ ının bağ ış ıklık sistemini kullanır.

Toxoplasma bunu Leishmania'nın tam tersi bir strateji ile yapar . Leishmania, bağışıklık sistemini antikor yapmaya yardımcı olan T hücrelerini yapmaya zorlar. Ancak Toxoplasma, dengeyi enflamatuvar T hücreleri lehine çeviren bir molekül salar. Enflamatuar T hücreleri çok sayıda yükselir, makrofajları Toksoplazma suikastçılarına dönüştürür, protozoayı avlar ve onları patlatır. Yalnızca sert duvarlı kistlerin içine sinmiş olan Toksoplazma saldırıdan sağ çıkabilir.

Zaman zaman, birkaç parazit kistlerinden fırlar ve uyarıcı moleküllerinin yeni bir kaynağını fışkırtır, bu da bağışıklık sistemini bir güçlendirici aşı gibi yeniden enerjilendirir. Tekrar uyanan konağın makrofajları, parazitleri kistlerine geri götürür.
Ve böylece, Toxoplasma'nın manipülasyonları sayesinde , konakçısı sağlıklı kalır ve hastalıkla savaşabilirken, parazit kistinde rahatça oturur ve bir kedinin iç organlarının vaat edilen topraklarına ulaşmayı bekler.

Toksoplazma, ancak oluşturduğu rahat düzen bozulduğunda insanlar için bir tehdit haline gelir. Örneğin bir fetüsün kendine ait bir bağışıklık sistemi yoktur. Sadece annesi tarafından yapılan ve plasentayı geçen antikorlar tarafından korunur. Annenin T hücrelerinin fetüse geçmesi yasaktır, çünkü fetüs devasa bir parazitmiş gibi davranacak ve onu öldüreceklerdir. Maternal antikorlar, bir grip virüsüne veya Escherichia coli bakterisine karşı iyi bir iş çıkarır, ancak Toxoplasma'ya karşı koruma sağlayamazlar . Bunun için fetüsün, onları kistlerine sürmek için enflamatuar T hücrelerine ihtiyacı olacaktır. Sonuç olarak, bir kadının hamilelik sırasında Toksoplazma enfeksiyonuna yakalanması çok tehlikelidir . Parazit ondan fetüsüne geçmeyi başarırsa çılgınca çoğalır. Bağışıklık sisteminin onu dizginlemesini sağlamaya çalışacak, ancak fetüsün içinde onun çağrılarını duyacak bir seyirci yok. Büyük, genellikle ölümcül beyin hasarına neden olana kadar basitçe çoğalır.

1980'lerde Toxoplasma , başka bir tür insan konakçının kazara katili oldu: AIDS'ten muzdarip insanlar. AIDS'in nedeni olan insan immün yetmezlik virüsü veya HIV, enflamatuar T hücrelerini işgal eder, onları üremek için kullanır ve bu süreçte onları öldürür.
AIDS'li bir kişide Toksoplazma kistinden çıkıp bölündüğünde, onu saklanmaya geri döndürmek için güçlü bir bağışıklık tepkisi bekler . Ancak neredeyse hiç enflamatuar T hücresi kalmadığından, konakçısı bir fetüs kadar çaresizdir. Parazit çılgınca çoğalarak beyindeki hasarının büyük bir kısmına neden olur. Konağı deliryuma girer ve bazen ölür.

On yılı aşkın bir süredir doktorlar, Toxoplasma'nın AIDS kurbanları üzerindeki saldırısını durdurmak için neredeyse hiçbir şey yapamadı . Ancak 1990'larda bilim adamları ilk kez HIV replikasyonunu yavaşlatabilen ve enflamatuar T hücrelerini geri getirebilen ilaçlar geliştirdiler. Bu ilaçları karşılayabilen görece az sayıdaki kişide Toxoplasma , sağlıklı bir T hücresi grubu tarafından oraya götürülerek memnuniyetle yuvasına geri döndü. Ancak bu ilaçları karşılayamayan milyonlar, bu gönülsüz parazitin getirdiği çılgınlıkla yüzleşmeye devam ediyor.

…

Tek hücreli bir parazit için bağışıklık sisteminde hayatta kalmak kesinlikle zordur, ancak en azından boyut avantajına sahiptir. Hücre ceplerinde veya lenfatik kanalların kıvrımlarında saklanabilir. Aynı şey asalak hayvanlar için söylenemez. Bu çok hücreli yaratıklar, geniş zeplinler gibi bağışıklık sisteminin radarından geçerler. Nakledilen bir akciğer kadar belirgindirler. Ve sürekli olarak bağışıklığı baskılayan ilaçlar olmadan

Bağışıklık sistemini durdurursanız, nakledilen bir akciğer onun saldırısı altında ölecektir. Yine de, yaklaşık 18 metre uzunluğundaki asalak hayvanlar, vücudumuzun içinde yıllarca yaşayabilir, ziyafetler düzenleyebilir ve yüzbinlerce yavru üretebilir.

Gelişmekteler çünkü bağışıklık sistemlerimizi kandırmak için daha birçok yolları var. Dikkate değer bir örnek tenya Taenia solium'dur. Taenia'nın yumurtaları vücudumuzda uzun şeritlere dönüşmeden önce, genellikle bir domuz olan bir ara konakçıda biraz zaman geçirmeleri gerekir. Domuz, yumurtaları yemeğiyle birlikte yutar ve parazitler bağırsaklara ulaştıktan sonra yumurtadan çıkar. Bağırsaklarda bir delik kazmak ve sıyrılmak için enzimler kullanırlar. Bir kılcal damara ulaştıklarında, vücuttaki kan akışını bir kasa veya organa doğru sürerler. Orada inci gibi mermerlere dönüşerek karaya çıkarlar ve yerleşirler. Bu kistlerin içinde yıllarca son konakçılarını bekleyebilirler.

Tenyaların kist yıllarını geçirdikleri tek yer domuzlar olsaydı, muhtemelen bağışıklık sisteminden nasıl kurtuldukları hakkında hiç bir şey bilmezdik. Ancak bazen Taenia solium'un yumurtaları insanlarda son bulur. (Örneğin, içinde tamamen büyümüş bir tenya olan bir kişi, ellerine yumurta bulaştırabilir ve sonra diğer insanlar için yiyecek hazırlayabilir.) Yumurtalar, sanki bir domuzun içindeymiş gibi hareket etmeye devam eder: yumurtadan çıkarlar ve larvalar gider. bağırsaklardan çıkmak ve vücudun herhangi bir yerinde (genellikle göz veya beyin) bir ev bulmak gibi aynı adımlarla. Daha sonra bir kist oluştururlar ve nereye yerleştiklerine bağlı olarak zararsız veya ölümcül olabilirler. Bir tenya kan damarlarına baskı yaparsa dokuyu öldürebilir; beyinde iltihaba neden olursa sara nöbetlerini tetikleyebilir. Daha güvenli bir yer bulursa yıllarca fark edilmeyebilir. Ancak esas olarak kistinde uyuyan Toxoplasma'nın aksine, Taenia kabuğunun içinde aktif kalır. Kist duvarındaki küçük gözeneklerden karbonhidratları ve amino asitleri emer ve büyür.

Bir konakçının bağışıklık sistemi, bir tenya yumurtasının gelişini fark eder ve ona karşı antikorlar oluşturur, ancak bir saldırı için organize hale geldiğinde, yumurta ortadan kaybolmuştur; larva kaçmış ve kendisine bir kist oluşturmuştur. Bağışıklık hücreleri kistin etrafına toplanır ve bir kolajen dış duvarı oluşturur, ancak yine de daha fazlasını yapamazlar. Kist besin alırken aynı zamanda her biri bağışıklık sistemini sersemleten bir düzineden fazla molekül türü salar. Tamamlayıcı kist üzerine yerleşir, ancak tenya moleküle bağlanan ve zara nüfuz eden matkaplarla birleşmesini engelleyen bir kimyasal salgılar. Bağışıklık hücreleri kisti dokuyu öldürebilen oldukça reaktif moleküllerle patlatır, ancak tenya onları etkisiz hale getiren diğer kimyasalları serbest bırakır. Ve Leishmania gibi, tenyalar da normalde bir enflamatuar T hücreleri ordusunu yükseltecek sinyalleri bir şekilde bozabilir. Bunun yerine, bağışıklık sistemini antikor yapmaya teşvik ederler. Tenyaların bunu yapmak için neden ellerinden geleni yaptığını gösteren bazı kanıtlar var. Antikorlar bir kiste tutunduğunda, tenya onları kabuğunun içine çeker ve yer. Diğer bir deyişle tenya, bağışıklık sisteminin beyhude çabalarıyla beslenerek büyür.

Yine de, Toxoplasma gibi , tenya da ara konakçısını öldürmek istemez. Ancak kist sendelemeye başladığında, artık son konağına girme umuduyla daha fazla dayanamadığında, tehlikeli hale gelir. Tenya, bağışıklık sistemini antikorlara çevirmek için kullandığı kimyasalları artık dışarı atamaz. Artık bağışıklık sistemi, tenyaya uygun inflamatuar T hücreleri üretmeye başlar ve bunlar,

makrofajlar ve diğer bağışıklık hücreleri harekete geçer. Böylesine büyük bir hedefle, bağışıklık hücreleri çılgına döner. Kisti çevreleyen dokunun şişmesine neden olan şiddetli bir saldırı başlatırlar, bazen o kadar fazla baskıya neden olur ki bir insanı öldürebilir. Konağı öldüren parazit değil, konağın kendisidir.

İnsan bağışıklık sistemi hakkında daha da derin bir bilgi, Afrika'dan Avustralya'ya giden o yolcu, o otuz yaşındaki Methuselah'ın kan tesadüfünde bulunabilir. Yavru kelebekler deriye ilk girdiklerinde bağışıklık sisteminin dikkatini çekerler. Bağışıklık hücreleri, belki de parazitler deride mücadele ederken veya akciğerlerde yol alırken bazı şansları erken öldürmeyi başarır. Ancak tatlı su ceketlerini atan şanslar, bağışıklık sisteminin asla tam olarak çözemediği bir yenisini hızla giyerler.

Yeni ceketlerinin bu kadar kafa karıştırıcı olmasının nedeni, kısmen şans eseri konakçıdan yapılmış olmasıdır. Basit bir deneyde kılık değiştirmelerini iş başında görebilirsiniz. Parazitologlar bir fareden bir çift parazit alıp bir maymuna koyduklarında, parazitler zarar görmezler ve kısa süre sonra tekrar yumurtalarını çalkalamaya başlarlar. Bilim adamları önce fare kanından antijenleri maymuna enjekte ederlerse o kadar şanslı değiller. Enjeksiyon, maymunun bağışıklık sistemini fare kan antijenlerini tanıması ve yok etmesi için eğiterek bir aşı gibi davranır. Şanslar fareden aşılanmış maymuna nakledilirse, maymunun bağışıklık sistemi onları yok eder. Başka bir deyişle, kelebekler, konak farelerine o kadar benzerler ki, maymunun bağışıklık sistemi onlara fareden nakledilen bir organmış gibi davranır.

Bu deneydeki parazitler ölmüş olsalar bile, onların harika bir kılık değiştirdiğini gösterdi. Bilim adamları, tesadüflerin kendilerini nasıl gizlediğinden emin değiller, ancak görünüşe göre, onların ceketi kısmen kendi kan hücrelerimizi süsleyen moleküllerden yapılmış. Şans kelebekleri kırmızı kan hücrelerinin yanından geçtiklerinde veya beyaz kan hücrelerinin saldırısına uğradıklarında, konakçılarının moleküllerinden bazılarını koparıp kendi yüzeylerine yapıştırabilirler. Bu nedenle, bağışıklık sisteminin gözünde parazitler, kırmızı bir nehirdeki kırmızı gölgelerden başka bir şey değildir.

Kan parazitlerinin vücudumuzdan çaldığı tek şey bu proteinler değildir. Tamamlayıcı moleküller, tıpkı parazitlerde olduğu gibi kendi hücrelerimizin yüzeyine yerleşirler. Makrofajlar için işaretler kurma işlerine devam etmelerine izin verilseydi, bağışıklık sistemlerimiz kendi bedenlerimizi yok ederdi. Bunu önlemek için hücrelerimiz, tamamlayıcı molekülleri dilimleyen çürüme hızlandırıcı faktör (veya kısaca DAF) gibi bileşikler üretir. Kan şansları kendi yüzeylerine inen tamamlayıcı molekülleri yok edebilir ve parazitologlar kullandıkları enzimi izole etmişlerdir. DAF olduğu ortaya çıktı.

Parazitin onu konakçının hücrelerinden mi çaldığı yoksa enzim yapmak için bir gene mi sahip olduğu net değil. Uzak geçmişte bir noktada, insanlara bulaşan bir virüs, DAF yapan geni almış ve ardından ödünç alınan DNA'yı yeni konağına ekleyerek bir kan tesadüfüne atlamış olabilir. Her iki durumda da, molekül kan parazitlerini damarlarımızda olduğu gibi damarlarımızda rahat ettirir.

1995 yılında, kan parazitlerini inceleyen parazitologlar, Victoria Gölü kıyılarında bir paradoks ortaya çıkardılar. Geçimini sağlamak için araba yıkayan Kenyalı erkekleri inceliyorlardı.

göl. Sığ suda çalışırken, genellikle kan parazitlerinin neden olduğu bir hastalık olan schistosomiasis'e yakalanırlar. Bölgede AIDS prevalansı da yüksektir, dolayısıyla araba yıkayıcıların makul bir kısmında her iki hastalık da vardır. HIV, makrofajları parazitlere karşı yöneten savaşa aç generaller olan inflamatuar T hücrelerini yok eder. Bu T hücreleri ölürken, Toxoplasma gibi belirsiz parazitler AIDS'li insanları kasıp kavurur. Yine de, kan parazitleri HIV ile birlikte kötü durumda. Hem AIDS hem de schistosomiasis olan Victoria Gölü araba yıkayıcılarında, kan parazitleri, yalnızca schistosomiasis ile hasta olan erkeklerden çok daha az yumurta döktü.

Araba yıkayıcıların paradoksu, kan parazitlerinin yumurtalarını ev sahibinden çıkarmak için insan bağışıklık sistemini kullanması gerekmesi gerçeğinden kaynaklanmaktadır. Bağışıklık sistemi olmadan çoğalamazlar. Dişi bir kan kelebeği yumurtalarını damar duvarlarına bıraktığında, yakındaki makrofajları manipüle eden bir kimyasal kokteyli salgılamaya başlar. Yumurtaların büyüsü altında makrofajlar, en önemlisi tümör nekroz faktörü alfa (veya TNF-α) olarak adlandırılan sinyal molekülleri üretir. TNF-α, damar duvarlarını gevşeterek ve daha fazla bağışıklık hücresi çekerek iltihaba neden olmada özellikle iyidir. Bağışıklık hücreleri yumurtayı bir zehir spreyi ile öldürmeye çalışır, ancak yumurta sert kabuğu tarafından korunur. Bağışıklık hücrelerinin yapabileceği tek şey, kapsülleyici bir kollajen kalkanı örerek kendilerini onun etrafına sarmak.

Bağışıklık hücreleri, içindeki yabancı cisimden kurtulma umuduyla bu kapsülü (granülom adı verilir) oluşturur. Örneğin, başparmağınıza bir kıymık saplanırsa, hücreler bunun çevresinde bir granülom oluşturacak ve bu daha sonra derinin yüzeyine taşınacak ve vücudunuzdan dökülecektir. Aynı şey, bir damar duvarına yerleşmiş bir şans yumurtasının etrafında oluşan bir granüloma da olur. Granülom damar duvarından ve ardından bağırsak duvarından geçer. Parazitin olması gereken de tam olarak budur çünkü konakçının vücudundan çıkıp suda yumurtadan çıkması gerekir. Başka bir deyişle parazit, beyaz kan hücrelerini geçilmez bir bariyerden geçirmek için hamal olarak kullanır. Diğer tarafa geçtiğinde, granülomdaki bağışıklık hücreleri bağırsakların sindirim sularında çözülür, ancak sert kabuklu yumurta hayatta kalır ve sonunda vücuttan yuvarlanır. Victoria Gölü'nün araba yıkayıcılarının paradoksu buradan kaynaklanıyor: AIDS, kan parazitlerinin yavrularını göndermek için ihtiyaç duyduğu bağışıklık hücrelerini onlardan çalmıştı.

Çoğalmanın zarif bir yolu ama çok verimli değil. Kan parazitlerinin yaşadığı damarlardaki kan akışı bağırsaklardan karaciğere kadar gider. Sonuç olarak, yumurtaların yarısını dışarı çıkmadan önce yıkar. Bunun yerine, granülom oluşturdukları karaciğerde son bulurlar. Ancak karaciğerde, granülomlar parazit için hiç bir fayda sağlayamaz ve konakçıyı öldürebilirler. Parazitologlar, kan parazitlerinin aslında kendi sayılarını sınırlayarak ev sahibine verdikleri zararı kontrol altında tutabileceklerinden şüpheleniyorlar. Yumurtaları gibi yetişkin kan kelebekleri de vücudun TNF-α üretmesini sağlar. Molekül yetişkinlere pek zarar vermez, ancak bir insanı henüz istila etmiş ancak savunmasını oluşturma şansı bulamamış genç larvaları öldürücüdür. Sonuç olarak, zaten kan paraziti taşıyan bir kişinin yeni bir grupla enfekte olma olasılığı çok daha düşüktür. Görünüşe göre, kan parazitleri, konakçının aşırı kalabalıklaşmasını önlemek için bağışıklık sisteminin kendi türünden geç gelenlere saldırmasına yardımcı oluyor.

Bir kan tesadüfünün en etkileyici yanı, kaç kişiyi sakatladığı ya da

öldürür, ancak ev sahiplerinin büyük ç oğ unluğ unda geliş meyi nasıl baş ardığ ını ve onlara sadece biraz sorun ç ıkardığ ını. Aslında onlar bencil koruyuculardır.

...

Sadece omurgalılar, sürekli uyum sağ layan B ve T hücreleri ile bu noktaya kadar tanımladığ ım türden bir bağ ış ıklık sistemine sahiptir. Omurgasız hayvanlar - denizyıldızından ıstakozlara, solucanlara, yusufç uklara ve denizanalarına kadar her ş ey - 700 milyon yıl önce kendi atalarımızdan ayrıldı ve kendi güç lü savunmalarını geliş tirdi.
Örneğ in böcekler, davetsiz misafirleri zehirleri dış arı sızdıran bir hücre örtüsüne gömerler.
Sonunda hücreler parazitin etrafında boğ ucu bir mühür oluş turur. Omurgasızlarda uzmanlaş an parazitler, insanlar üzerinde kullandıkları her ş ey kadar kurnaz hilelerle, kendilerine özgü bağ ış ıklık sistemlerine uyum sağ ladılar.

En iyi ç alış ılan vakalardan biri, asalak yaban arısı Cotesia congregata'nınkidir. Sivrisinek büyüklüğ ündeki bu yaban arısı, ev sahibi iç in tütün boynuzlu kurtunu kullanır, ayaklarında siyah kancalar olan ve arka ucundan bir boynuz gibi ç ıkan turuncu bir sivri uç lu yeş il bir tırtıl. Bilim adamları bu ev sahibini ve paraziti ç ok yakından incelediler ç ünkü boynuz kurdu, sadece tütünü değ il, domatesleri ve diğ er sebzeleri de yiyip bitiren ş ampiyon bir haş eredir. Aynı zamanda o kadar büyük ki, bilim adamları iç inde neler olup bittiğ ini görmek iç in onu bir slaytta ezebilirler.

Bir Cotesia yaban arısının saldırısı o kadar hızlı ki onu yakalamanız pek mümkün değ il. Bir boynuzlu kurdun üzerine konur, yan tarafında kısa bir mesafe tırmanır ve yumurtlama ş ırıngasını konakç ıya saplar. Hornworm, yaban arısıyla savaş mak iç in biraz kıvranabilir, ancak boş una. Yaban arısının yumurtaları, boynuz kurdunun iç inde puro ş eklindeki larvalar olarak aç ılır. Sırt uç larındaki gümüş i doku balonlarından nefes alırken ev sahiplerinin kanını yudumlarlar. Tütün boynuzlu kurdunun güç lü bir bağ ış ıklık sistemi vardır, ancak yaban arısı yavruları rahatsız edilmeden iş lerine devam ederler. Ancak bağ ış ıklık sistemini durduran larvaların kendisi değ ildir.
Bunun iç in annelerinden bir hediyeye ihtiyaç ları var.

Anne yaban arısı, ç orba karış ımının bir parç ası olarak yumurtaları enjekte eder. Yumurtaların hayatta kalması ç orbaya bağ lıdır: Yumurtaları ç ıkarır, ç orbayı temizler ve sonra onları doğ rudan bir tırtılın iç ine koyarsanız, konağ ın bağ ış ıklık sistemi tam gaz ç alış ır ve yumurtaları mumyalar. Parazit, ç orbada yüzen milyonlarca virüs sayesinde hayatta kalır. Bu virüsler bildiğ imiz virüslere pek benzemez; örneğ in nezleye neden olan türden. Soğ uk bir virüs konaktan konakç ıya dolaş arak burun ve boğ azın iç yüzeyindeki hücreleri iş gal eder ve ardından virüsün yeni kopyalarını yapmak iç in hücrenin kendi proteinlerine hükmeder. HIV gibi diğ er virüsler, genlerini konakç ı hücrenin DNA'sına dikecek ve oradan kendi kopyalarını yapacak kadar ileri giderler. Bazıları daha da ileri gidiyor: konakç ıları, virüsün DNA'sı zaten kendi genlerine gömülü olarak doğ uyor ve bunu ç ocuklarına aktarıyor.

Asalak yaban arılarının virüsleri daha da tuhaftır. Yaban arıları, virüsün genetik kodu kromozomlarının ç oğ una dağ ılmış olarak doğ arlar. Erkeklerde talimatlar bu dağ ınık biç imde kalır. Ancak bir diş i pupasında yetiş kin ş eklini almaya baş lar baş lamaz virüs uyanır. Yumurtalığ ının belirli hücrelerinde, virüsün genomunun parç aları eş ekarısı DNA'sından kesilir ve tam bir viral kitapta birleş tirilmiş bölümler gibi birbirine dikilir. Bu genler daha sonra gerç ek virüslerin - kılıflanmış DNA iplikç iklerinin - oluş umunu yönlendirir.

baş ka bir deyiş le, bir protein kabuğ unda - ve bu virüsler yumurtalık hücresinin ç ekirdeğ inin iç ine yüklenmeye baş lar. Çekirdek tamamen dolduğ unda, tüm hücre patlayarak aç ılır ve yaban arısının yumurtalığ ında milyonlarca virüs serbestç e yüzer.

Ama diş i arıyı hasta etmezler. Yaban arısı aslında onları tütün boynuzlu kurduna karş ı bir silah olarak kullanır. Virüsleri yumurtalarıyla birlikte bir tırtıla enjekte ettiğ inde, virüsler birkaç dakika iç inde konakç ının hücrelerini istila etmeye baş lar. Ev sahibinin DNA'sına hükmederek hücreleri, normalde bir boynuzlu kurtta hiç görülmemiş , tırtılın vücut boş luğ unu dolduran garip yeni proteinler yapmaya zorlarlar. Bu proteinler, hornworm'un bağ ış ıklık sistemini yok eder. Hücreler parazitler yerine birbirlerine yapış maya baş larlar ve sonra patlayarak aç ılırlar. Ev sahibi, tamamen geliş miş AIDS'li (aynı zamanda bağ ış ıklık hücrelerini parç alayan bir virüsün neden olduğ u) bir kiş i kadar immünolojik olarak ç aresiz bırakılır. Virüs sayesinde yaban arısı yumurtaları, ev sahibi tarafından herhangi bir tacize uğ ramadan ç atlayabilir ve büyümeye baş layabilir.

Ancak AIDS bulaş mış bir kiş inin aksine, boynuz kurdu birkaç gün sonra yaban arısı virüsünden kurtulur. O zamana kadar yaban arısı larvaları, annelerinin yardımı olmadan bağ ış ıklık sistemini kendi baş larına idare edebiliyor gibi görünüyor. Böceğ in kendi proteinlerini ödünç alarak veya onları taklit ederek, kan parazitlerinin bizi kandırma yöntemlerine benzer ş ekillerde konakç ılarını kandırabilirler.

Bir virüsün baş ka bir organizma iç in kirli iş leri yapması, hatta bir konakç ının bağ ış ıklık sistemini yok edip kendisini yok edecek kadar ileri gitmesi, sapkın görünebilir. Ancak virüsün koruduğ u her yumurtanın iç inde, bazı virüslerin konakç ıya saldırması durumunda hayatta kalacak yeni virüsler yapmak iç in talimatlar vardır. Aynı zamanda, bir virüsü kendi evrimsel amaç ları olan ayrı bir organizma olarak düş ünmek yanlış olabilir. Gerç ek daha da sapkın olabilir, ç ünkü virüsün DNA'sı yaban arısının bazı genlerine benziyor. Benzerlik aslında kalıtsal olabilir: virüs, genlerin kopyalanıp saklandığ ı normal yoldan kaç an bir forma mutasyona uğ ramış bir yaban arısı DNA parç asından gelebilir. Virüslere virüs demek kesinlikle doğ ru olmayabilir; bunlar eş ek arılarının kendi DNA'larını paketlemesinin yeni bir yolunu temsil edebilirler. (Bir bilim adamı, virüslere genetik salgılar demeyi önermiş tir.) Eğ er durum buysa, o zaman asalak eş ek arıları, kendi genlerini baş ka bir hayvanın hücrelerine yerleş tirerek orayı eş ek arıları iç in daha iyi bir yer haline getirmeyi baş arıyorlar.

Bu eş ek arıları sanki baş ka bir gezegene aitmiş gibi görünebilir, ancak aslında Dünya'daki parazitler iç in evrensel bir nitelik sergiliyorlar: parazitler, tam olarak konakç ılarının özelliklerine göre uyarlanmış bağ ış ıklık sistemleriyle savaş manın yollarını buluyorlar. Ev sahiplerini öldürüp öldürmemeleri veya bağ ış lamaları, kendilerinden en iyi ş ekilde nasıl yararlanabileceklerine bağ lıdır.

4
Kesin Bir Korku

Hala neyle uğraştığını bilmiyorsun, değil mi? Mükemmel organizma. Yapısal mükemmelliği ancak düşmanlığıyla eşleşir... Saflığına hayranım; vicdan, vicdan azabı veya ahlak kuruntuları tarafından gölgelenmemiş.

— Alien'da Ash'ten Ripley'e (1979)

Ray Lankester , neredeyse bir bitkiye dönüşen midye olan Sacculina'yı hor görmekten başka bir şey yapmıyordu . Geri kalmış ve tembel olan her şeyin sembolü olan evrim merdiveninden aşağı inişi onu dehşete düşürdü. Öyleyse, Sacculina'nın artık bir parazitin ne kadar karmaşık olabileceğinin bir amblemi haline gelmesi garip.

Lankester'ın hatası tüm parazitlerden nefret etmesinden kaynaklanmıyordu; Zamanının biyologları Sacculina hakkında pek bir şey bilmiyorlardı . Bu parazitlerin hayata serbest yüzen larvalar olarak başladıkları doğrudur. Mikroskopla bakıldığında, çırpınan bacaklar ve bir çift koyu göz lekesi ile donatılmış gözyaşı damlalarına benziyorlar. Lankester'ın zamanındaki biyologlar, Sacculina'nın hermafrodit olduğunu düşünüyorlardı, ama aslında iki cinsiyeti var. Dişi larva, bir yengeci ilk kolonileştirendir. Bacaklarında bir ev sahibinin kokusunu alabilen duyu organları vardır ve zırhının üzerine düşene kadar suda dans eder. Yengeç tahrişle seğirirken veya belki de kabuklularda paniğe eşdeğer bir şekilde seğirirken, bir kol boyunca sürünür. Koldaki sert dış iskeletin yumuşak bir yarıkla büküldüğü bir eklem noktasına geliyor. Orada yengecin kolundan fışkıran ve her biri kendi deliğine demirlemiş küçük tüyleri arar. Deliklerden birine uzun, içi boş bir hançer saplıyor ve içinden birkaç hücreden oluşan bir damla fışkırtıyor. Sadece birkaç saniye süren enjeksiyon, kabukluların ve böceklerin büyümek için geçirdikleri tüy dökümünün bir varyasyonudur. Bir ağaçta oturan bir ağustos böceği, ince bir dış kabuğu vücudunun geri kalanından ayırır ve ardından kabuğun dışına çıkar. Böcek bir büyüme hamlesinden geçerken esneyecek kadar yumuşak kalan yeni bir dış iskeletle ortaya çıkar. Bununla birlikte , dişi Sacculina durumunda , vücudunun çoğu geride kalan kabuk haline gelir. Üzerinde yaşayan kısım midyeden çok mikroskobik bir sümüklüböceğe benziyor.

Sümüklü böcek (varlığı yalnızca 1995'te keşfedildi) yengecin derinliklerine dalar. Zamanla yengecin alt tarafına yerleşir ve büyür, kabuğunda bir çıkıntı oluşturur ve Lankester'ı çok dehşete düşüren kökleri filizlendirir. Biyologlar bunlara hala kök diyorlar, ancak bunlar bir ağacın altında bulduğunuz şeye pek benzemiyor. İnce etli parmaklar, kendi bağırsaklarımızı ya da bir tenyanın derisini kaplayanlar gibi, onları örter. Normal bir kabuklunun dış iskeletinin aksine, asla tüy dökmez. Bunun yerine, kökler yengecin kanında çözünmüş besinleri çeker. Yengeç tüm bu süre boyunca hayatta kalır; sörf boyunca dolaşıp istiridye ve midye yiyen sağlıklı yengeçlerden ayıramazsınız. Bağışıklık sistemi Sacculina'ya karşı savaşamaz ve yine de tüm vücudunu dolduran parazitle, hatta göz saplarını saran köklerle hayatına devam edebilir.

Dişi Sacculina'nın çıkıntısı bir yumruya dönüşür. Dış tabakası yavaş yavaş ufalanır

üstte bir portal ortaya ç ıkarıyor. Bir erkek larva onu bulmadığ ı sürece hayatının geri kalanında bu aş amada kalacaktır. Yengecin üzerine konar ve tokmağ a ulaş ana kadar gövdesi boyunca yürür. Zirvesinde toplu iğ ne büyüklüğ ündeki aç ıklığ ı bulur. İ ç ine sığ amayacak kadar küç ük ve bu yüzden, önündeki diş i gibi, kendisinin büyük bir kısmını tüy döküyor ve bir kısmını deliğ e enjekte ediyor. Bu erkek kargo -bir inç in yüz binde biri uzunluğ unda dikenli, kırmızımsı kahverengi bir torpido- onu diş inin vücudunun derinliklerine taş ıyan, nabız gibi atan bir kanala kayar. Giderken dikenli paltosunu ç ıkarıyor ve on saat sonra kanalın dibine varıyor. Orada diş iyle kaynaş ır ve sperm üretmeye baş lar. Her diş i Sacculina'da bu kuyulardan iki tane vardır ve tipik olarak tüm hayatı boyunca yanında iki erkek taş ır. Yumurtalarını durmadan döllerler ve birkaç haftada bir binlerce yeni Sacculina larvası üretir.

Yengeç , parazite hizmet etmek iç in var olan yeni bir tür yaratığ a dönüş meye baş lar. Artık Sacculina'nın büyümesinin önüne geç ecek ş eyleri yapamaz .
Parazitten enerjiyi uzaklaş tıracak ş ekilde tüy dökmeyi ve büyümeyi durdurur.
Yengeç ler tipik olarak bir penç eyi kesip daha sonra yeniden büyüterek yırtıcılardan kaç abilirler. Sacculina taş ıyan yengeç ler penç elerini kaybedebilirler ama yerine yenisini ç ıkaramazlar.
Ve diğ er yengeç ler ç iftleş ip yeni bir nesil oluş tururken, asalaklaş mış yengeç ler sadece yemeye ve yemeye devam ederler. Kısırlaş tırıldılar. Tüm bu değ iş ikliklerden parazit sorumludur.

Yengeç , hadım edilmiş olmasına rağ men, beslenme dürtüsünü kaybetmiyor. Sadece sevgisini parazite yönlendirir. Sağ lıklı bir diş i yengeç , döllenmiş yumurtalarını alt tarafındaki bir kuluç ka kesesinde taş ır ve yumurtaları olgunlaş tıkç a, keseyi dikkatlice düzelterek yosunları ve mantarları temizler. Yengeç larvaları yumurtadan ç ıkıp kaç maları gerektiğ inde, anneleri üzerinde duracakları yüksek bir kaya bulur ve onları keseden okyanus akıntısına bırakmak iç in yukarı ve aş ağ ı sallanır ve daha fazla akıntıyı harekete geç irmek iç in penç elerini sallar. Sacculina'nın bir yengeç üzerinde oluş turduğ u topuz, tam olarak kuluç ka kesesinin olacağ ı yere oturur ve yengeç , parazit yumruğ a kendi kesesiymiş gibi davranır. Larvalar büyüdükç e onu temizliyor ve ortaya ç ıkmaya hazır olduklarında onları darbelerle zorlayarak ağ ır parazit bulutları fırlatıyor. Vücudundan püskürdüklerinde, yollarına devam etmelerine yardımcı olmak iç in penç elerini sallıyor. Erkek yengeç ler de Sacculina'nın güç lerinin dış ında değ il . Erkeklerde normalde dar bir karın geliş ir, ancak enfekte erkeklerin karınları diş iler kadar geniş , bir kuluç ka kesesini veya bir Sacculina yumruğ unu barındıracak kadar geniş tir . Hatta bir erkek yengeç , diş inin kuluç ka kesesine sahipmiş gibi davranır, parazit larvaları büyüdükç e onu temizler ve onları serbest bırakmak iç in dalgalarda sallanır.

Basitç e baş ka bir organizmanın iç inde yaş amak - yerini bulmak, iç inde seyahat etmek, iç inde yiyecek ve bir eş bulmak, onu ç evreleyen hücreleri değ iş tirmek, savunmasını alt etmek - muazzam bir evrimsel baş arıdır. Ancak Sacculina gibi parazitler daha fazlasını yapar: konakç ılarını kontrol eder, adeta yeni beyinleri olurlar ve onları yeni yaratıklara dönüş türürler. Sanki ev sahibinin kendisi sadece bir kukla ve asalak iç erideki elmiş gibi.

Bu kukla, belirli bir parazite ve belirli bir yaş am aş amasında ev sahibinden neye ihtiyaç duyduğ una bağ lı olarak farklı biç imler alır. Bir parazit konakç ısında rahat bir yere ilk kez yerleş tiğ inde, iş in ilk sırası yemektir. Bir tütün boynuz kurdu, asalak yaban arısı Cotesia'nın virüsleri tarafından savunmasız hale getirildiğ inde

congregata, yaban arısının yumurtaları çatlamaya ve büyümeye hazır. Yaban arısı, etrafındaki yiyeceği pasif bir şekilde emmek yerine, ev sahibinin yemeğini yeme ve sindirme şeklini değiştirir.

Belirli bir konakta ne kadar çok eşekarısı varsa, ev sahibi o kadar büyür; normal boyutunun iki katına kadar. Ve tırtıl bir yaprak yediğinde eşek arıları yaprağı parçalama şeklini değiştirir.

Normalde bir boynuz kurdu, yaprağın büyük bir kısmını, kozasının içinde hızlı bir şekilde hareket edeceği süre boyunca depolayabileceği sabit bir enerji biçimi olan yağa dönüştürür. Ancak eşekarısı tarafından enfekte edildikten sonra, boynuz kurdu yemeğini parazitlerin hızlı büyüme için kullandıkları hızlı bir enerji kaynağı olan şekere dönüştürür.

Bir parazit, ev sahibinin kendi eti ve kanı için ev sahibi ile hassas bir rekabet içinde yaşar. Ev sahibinin kendi kullandığı herhangi bir enerji, bunun yerine büyüyen parazite gidebilir.

Ancak bir parazitin beyin gibi hayati bir organın enerjisini kesmesi aptallık olur, çünkü ev sahibi artık yiyecek bulamayacaktır. Böylece parazit daha az gerekli olan şeyleri keser. Cotesia congregata, tırtılın yağ depolarını çalarken , ev sahibinin cinsel organlarını da kapatır. Erkek tırtıllar büyük testislerle doğarlar ve normalde yedikleri enerjinin çoğunu onları daha da geliştirmeye yönlendirirler. Bununla birlikte, erkeğin içinde asalak bir yaban arısı yaşadığında, testisler büzülür.

Kastrasyon, herhangi bir sayıda parazitin bağımsız olarak uyguladığı bir stratejidir - Sacculina bunu yengeçlere ve kan kelebekleri istila ettikleri salyangozlara yapar. Yumurta veya testis yapmak, eş bulmak veya yavru yetiştirmek için enerji harcayamayan bir konak, genetik olarak bir zombiye dönüşür: bir efendiye hizmet eden ölümsüzlerden biri.

Çiçekler bile parazitleri için zombi olabilir. Puccinia monoica adlı bir mantar, Colorado dağlarının yamaçlarında yetişen hardal bitkilerinin içinde yaşar. Mantar, dallarını hardal bitkisinin gövdesi boyunca göndererek çiçeğin gökten ve topraktan aldığı besinlerle beslenir. Çoğalabilmesi için başka bir hardal bitkisinin içindeki Puccinia ile çiftleşmesi gerekir. Bunu yapmak için, mantar bitkinin kendi narin küçük çiçeklerini göndermesini durdurur ve onu yaprak kümelerini çiçeklerin parlak sarı taklitlerine dönüştürmeye zorlar. Bu sahte çiçekler, sadece görünür ışıkta değil, ultraviyole ışıkta da dağlarda bulunan diğer çiçeklere tıpatıp benziyor. Mantarın bitkiyi taklit çiçekler üzerinde üretmeye zorladığı tatlı, yapışkan bir maddeyle beslenebilen arıları cezbederler. Mantar, spermini ve dişi üreme organlarını içlerine tıkıştırır, böylece arılar hardal bitkisinden hardal bitkisine seyahat ederken mantarı döllеyebilirler. Ancak bitkinin kendisi steril kalır.

Bir parazit, konakçısını değiştirerek ne kadar rahat ederse etsin, er ya da geç oradan ayrılmak zorundadır. Bazı parazitler yaşam döngülerinde bir sonraki konakçıya yönelir, diğerleri özgür yaşayan bir yetişkinliğe gider ve çoğu durumda parazitler dikkatli bir çıkış aşamasını yönetir. Ev sahibinin normal hayatına devam etmesine izin vermek, çoğu parazit için ölüm anlamına gelir. Tütün boynuzlu kurdu normalde beş kez tüy döker ve ardından bitkisinden toprağa iner. Toprağı birkaç santim kazar ve kozasını oluşturur ve güve olarak çıkana kadar burada kalır. Hornworms , Cotesia congregata yaban arısı tarafından parazitlendiğinde , ancak farklı bir yol izlerler. Sadece iki kez tüy dökerler ve bitkilerinden ayrılma çağrısını asla almazlar. Bunun yerine, eşek arıları ortaya çıkmaya hazır olana kadar parazitlerini besleyerek yaprakları çiğnemeye devam ederler. Hornworm daha sonra yavaşlar ve iştahını kaybederek yemeyi bırakır. Görünüşe göre anoreksiyadan eşek arıları sorumlu, çünkü sağlıklı bir boynuzlu kurt düzinelerce yaban arısı kozasını seve seve yutar.

Başka bir yaban arısı türü daha da ileri giderek ev sahibini yani lahana kurdu tırtılını bir korumaya dönüştürür. Yaban arısının larvaları olgunlaşınca lahana kurdunu felç ederek karından dışarı çıkarlar. Daha sonra kozalarını alttaki yaprağa örerler. Yine de eşek arıları tırtılın bağırsaklarını yiyip kaçış kapaklarıyla delik deşik ettikten sonra bile lahana kurdu iyileşir. Topallamıyor; bunun yerine, eşek arılarını diğer parazitlerden korumak için üzerlerine bir ağ örer ve üstte kıvrılır. Nöbet tutan tırtılı herhangi bir şey rahatsız ederse, saldırır, ısırır ve zehirli sıvıları tükürür - başka bir deyişle kozaları korur. Ancak yabanarıları kozalarından çıktıktan sonra lahana kurdu onlara karşı görevini bitirir ve ölmek için yere uzanır.

Yaban arıları, ev sahiplerinden ayrıldıktan sonra karada yaşayabilirken, diğer birçok parazitin suya ulaşması gerekir. Örneğin, akarsularda serbest yaşayan yetişkinler olarak yaşayan, burada çiftleşip yumurtalarını bırakan asalak nematodlar vardır. Yavruları yumurtadan çıktıklarında, yanlarında yaşayan mayıs sineği larvalarına saldırırlar. Nematodlar, mayıs sineğinin dış iskeletini delip vücut boşluğunun içinde kıvrılır. Mayıs sineği büyüdükçe, yiyeceklerini sifonlayarak orada büyürler. Mayıs sinekleri, narin, uzun kanatlı biçimlere dönüşmeden önce suda uzun ve kalıcı bir böcek ergenliği yaşarlar. Erkekler sudan yükselir ve dişileri çeken büyük bulutlar oluşturur. Nematodlar, konakçılarının içinde görünmez bir şekilde buluta yükselir.

Erkek ve dişi mayıs sinekleri sürüde birbirini bulur. Kucaklaşarak dere boyunca otların ve sazlıkların üzerine düşerler ve çiftleşirler. Cinsiyetler arasındaki farkı sadece cinsel organlarından değil (erkeklerin çiftleşmelerine yardımcı olan küçük çıtçıtları vardır) aynı zamanda vücutlarının gözleri gibi diğer kısımlarından da anlayabilirsiniz: dişinin her iki tarafa bakan küçük gözleri vardır, dişininkiler ise erkek, başının tepesine değecek kadar dışarı çıkar. Erkekler çiftleştikten sonra hayatlarının işini bitirirler. Ölecek bir yer bulmak için tembelce dereden uzaklaşırlar. Bu arada dişiler, çıkıntılı bir kaya bulmak için nehrin yukarısına doğru ilerliyorlar. Altında sürünürler ve yumurtalarını bırakırken karınlarını aşağı yukarı sallarlar. Dişi bir nematod taşıyorsa, yetişkin parazit mayıs sineğinin karnından çıkar ve kendi eşini bulmak için çakılın içine girerek ev sahibini öldürür.

Nematod'un stratejisinin büyük ve bariz bir kusuru var: Erkek bir mayıs sineğinin içine tırmanırsa, sonunda bir çimenlik alana varacak. Suya geri dönmek yerine ev sahibiyle birlikte ölecek. Nematodun Sacculina'yı anımsatan bir çözümü var : erkeği yarı-dişiye dönüştürüyor. Enfekte bir erkek mayıs sineği olgunlaştığında, kenetlenmiş üreme organlarını ve hatta yüksek kubbeli gözlerini asla oluşturmaz. Nematod onu sadece bir dişi gibi göstermekle kalmaz, aynı zamanda öyleymiş gibi davranmasını da sağlar. Uçup gitmek yerine nehre düşer, hatta parazit vücudundan fırlarken hayali yumurtalar bırakmaya kadar gider.

Nematodun iki nedenden dolayı akıntıya geri dönmesi gerekir - yaşamının bir sonraki aşamasına geçmek ve yavrularının istila edecek kendilerine ait bir mayıs sineği bulabilecekleri bir yerde olmak. Bir sonraki konakçıya geçmek, parazitler arasında tüketen bir tutkudur, çünkü alternatif yoktur: "Özgür yaşa ve öl" onların sloganıdır. Ev sineklerinin içinde yaşayan bir mantar buna muhteşem bir örnektir. Mantarın sporları sinekle temas ettiğinde vücuduna yapışır ve sineğin dallarına dallar saplar.

vücut. Mantar , Sacculina benzeri köklerle sineğ in vücuduna yayılır ve kanındaki besinleri emerek, büyüdükç e sineğ in karnının ş iş mesine neden olur. Sinek birkaç gün boyunca normal bir ş ekilde yaş ar, dökülen sodadan inek kakasına uç ar, yiyecekleri süngerle temizlemek iç in hortumunu kullanır. Ama er ya da geç yüksek bir yer bulmak iç in kontrol edilemez bir dürtüye kapılır, bu ister bir ç imen yaprağ ı, ister bir tel kapının üstü olsun. Hortumunu dış arı ç ıkarıyor ama bu sefer onu kıskaç olarak kullanıyor ve kendisini yüksek tüneğ ine yapış tırıyor.

Sinek, karnını yüzeyden uzaklaş tırarak ön bacaklarını indirir. Kanatlarını dik konuma getirmeden önce birkaç dakika ç ırpar. Bu arada mantar, dallarını sineğ in bacaklarından ve karnından dış arı itmiş tir. Dalların uç larında küç ük yaylı spor paketleri bulunur. Bu tuhaf pozisyonda sinek ölür ve mantar cesedinden fırlar. Bu ölüm duruş unun her detayı -yükseklik, kanatların ve karın aç ıları- mantarı sporlarını rüzgara fırlatıp aş ağ ıdaki sineklerin üzerine yağ dırmak iç in iyi bir konuma getiriyor.

Bu, bir mantar lekesi iç in yeterli bir baş arı değ ilmiş gibi, enfekte sinekler her zaman bu dramatik ş ekilde gün batımından hemen önce ölür. Mantar, gecenin ortasında spor yapabilecek kadar olgunlaş ırsa, bunu yapmaz: Ş afağ a ve gündüze kadar bekleyerek süreci geciktirir. Sadece nasıl öleceğ ine değ il, ne zaman öleceğ ine de -gün batımından hemen önce- karar veren sinek değ il, mantardır . Ancak o zaman hava, sporların baş ka bir sinekte hızla geliş mesine yetecek kadar serin ve nemli olur ve ancak o zaman sağ lıklı sinekler gece iç in havayı terk eder ve kolay hedef oldukları yere doğ ru hareket eder.

Bu mantar gibi parazitler, konakç ılarını aynı türün diğ er konakç ılarına ulaş mak iç in kullanırlar. Ancak diğ er birç ok parazit iç in oyun daha karmaş ıktır: bir dizi farklı hayvana rağ men yollarını bulmaları gerekir. Bazen mevcut ev sahiplerini bir sonrakinin yakınına girmeye zorlarlar. Delaware kıyılarında, ilk konakç ısı olarak ç amur salyangozlarını ve ikinci konukç usu olarak kemancı yengeç lerini kullanan bir ş ans yaş ıyor. Tek sorun, salyangozların suda, yengeç lerin ise kıyıda yaş amasıdır. Ancak salyangozlar tesadüfen enfekte olduklarında davranış larını değ iş tirirler. Huzursuz büyürler; gelgit sırasında kıyıda veya kum setlerinde dolaş ırlar ve sağ lıklı salyangozlar suda kalırken orada oyalanırlar.
Parazitleri kemancı yengeç lere o kadar yaklaş tırıyorlar ki, kolayca iç lerine girebiliyorlar. Bir otobüs durağ ına taksi tutmak kadar basit.

Avrupa ve Asya'daki ç ayırlarda, Kuzey Amerika ve Avustralya'da birkaç tane ile birlikte baş ka bir ş ans türü bulunabilir. Dicrocoelium dendriticum veya lancet fluke olarak bilinen , inekleri ve diğ er otlakları yetiş kin olarak ev sahibi yapar ve inekler yumurtalarını gübrelerine yayarlar. Aç salyangozlar bağ ırsaklarında aç ılan yumurtaları yutar.
Bir salyangozun bağ ırsağ ının duvarını delip geç erek sindirim bezine yerleş irler. Orada ş anslar, salyangozun yüzeyine giden bir cercariae nesli üretir.
Salyangoz, balç ık duvarlarıyla parazitleri engelleyerek kendisini parazitlerden korumaya ç alış ır. Balç ık, salyangozun öksürdüğ ü ve ç imenlerin arasında bıraktığ ı cercariae'nin etrafında toplanır.

Ardından bir karınca gelir. Bir karınca iç in balç ık bir top kesinlikle lezzetlidir. Karınca balç ıkla birlikte yüzlerce neş ter parazitini de yutabilir. Parazitler bağ ırsağ ına doğ ru kayar ve sonra bir süre vücudunda dolaş ırlar ve sonunda karıncanın ç enelerini kontrol eden sinir kümesine geç erler. Parazitler tüm seyahat

bu yolculukta birlikteler ama sinirleri bozulunca yollarını ayırıyorlar. Neşter parazitlerinin çoğu, kist oluşturdukları karın bölgesine geri dönerler, ancak bir veya iki tanesi karıncanın kafasında geride kalır.

Orada, ev sahiplerine biraz asalak vudu yaparlar. Akşam yaklaşırken ve hava soğurken, karıncalar kendilerini yerdeki diğer karıncalardan uzaklaşıp bir çimenin tepesine doğru çekilirken bulurlar. Mantar bulaşmış sinekler gibi, karıncalar da çimlerin ucuna kenetlenirler. Ancak neşter tesadüfünün, mantardan farklı bir amacı vardır. Mantar, sporlarını diğer böceklerin üzerine yağdırmak için ev sahibini bir mancınık olarak kullanır.
Lancet fluke, ancak son konağı olan bir memelinin içine girebilirse yaşamaya devam edebilir. Bir ot bıçağının ucuna kenetlenmiş olan enfekte karınca, muhtemelen bir inek veya oradan geçen başka bir otlayıcı tarafından yutulur. Karınca ineğin midesine düştüğünde, parazitler patlar ve şansların yetişkin olarak yaşayacakları ineğin karaciğerine doğru yol alırlar.

Ancak neşter tesadüfü, tıpkı mantar gibi, zamanın geçtiğinin çok farkındadır. Karınca bütün gece bir şey yemeden oturursa ve güneş doğarsa, tesadüf karıncanın çimenlerdeki tutuşunu gevşetmesine izin verir. Karınca tekrar yere iner ve günü yine normal bir böcek gibi davranarak geçirir. Ev sahibi doğrudan güneşin sıcağında pişecek olsaydı, parazit onunla birlikte ölürdü. Akşam tekrar geldiğinde, karıncayı bir kez daha denemesi için bir çimen yaprağına geri gönderir.

Çoğu parazit, insanlar üzerinde bu tür şeyleri nadiren dener, ancak birkaçı bunu çok iyi yapar. Gine solucanı, erken yaşamını suda yüzen bir kopepodun içinde kıvrılmış halde geçirir. Bu suyu içen kopepodu yutar ve kopepod mide asidinde çözününce kopepod kaçar.
Bağırsaklara kayar ve karın boşluğuna girer. Oradan, bir eş bulana kadar bağ dokusunda dolaşır. 2 inçlik erkek ve 2 fitlik dişi seks yapıyor ve ardından erkek ölecek bir yer arıyor. Dişi, bir bacağa ulaşana kadar deride kayar. Seyahat ederken, döllenmiş yumurtaları gelişmeye başlar ve gideceği yere vardığında yumurtalar çatlar ve rahminde hareketli yavrulardan oluşan bir kalabalık haline gelir.

Bu yavruların, eğer kendileri yetişkin olacaklarsa, bir kopepoda girmeleri gerekir ve bu nedenle insan konakçılarını suya sürerler. Annelerinin rahmine o kadar sert bastırırlar ki, onu kısmen vücudunun dışına iterek larvaların bir kısmının dışarı çıkmasına izin verirler.
Yetişkin gine solucanları, vücudumuzda zarar görmeden dolaşabilmeleri için insan bağışıklık sistemini evcilleştirir, ancak yavrular tam tersini yapar. Bağışıklık hücrelerinin kendilerine hücum etmesine neden olan hızlı bir reaksiyon çizerek etraflarındaki derinin şişmesine ve kabarmasına neden olurlar. Bir kurbanın yaranın sıcak ağrısından kurtulmasının en kolay yolu, üzerine soğuk su dökmek veya bacağını bir gölete sokmaktır. Kabarcığın içinde annelerinden çoktan kaçmış olan yavrular, su sıçramasına serbestçe yüzerek tepki verir.
Anne de suya yavrularından daha fazlasını atarak karşılık verir. Daha önce yaptığı gibi kendini fıtıklamıyor; bu sefer bebeklerinin daha da garip bir yoldan kaçmasına izin veriyor: ağzından. Her sıçrayışında, yemek borusundan yarım milyon bebek gine solucanı yükseliyor. Kasılmalar onu yaradan yavaş yavaş çeker, ta ki o ve yavruları ev sahibini terk edene kadar - anne ölmek üzere, yavrular içinde kıvrılacak yeni bir kopepod için suyu arayacak.

Bu manipülasyon, insanlar ve kopepodların tümü kıt su kaynaklarına bağlı olduğunda en iyi şekilde çalışır, çünkü bu, bir kişinin bir sonraki konakçısının bulunabileceği gine solucanı larvalarını boşaltma olasılığını artırır. Gine solucanının neden olduğu hastalık olan dracunculiasis'in, insanların kalabalık olduğu çöllerde özellikle kötü olması şaşırtıcı değildir.
vahalar.

Gine solucanı, yanlışlıkla bir sonraki tarafından yutulana kadar ilk konakçısında oturmaktan memnun olan türden bir parazittir. Diğer parazitler şansa pek güvenmezler.
Ev sahipleri, genellikle yemek yemek veya yenilmek için düzenli olarak temas kurarlar. Isıran böcekler, insanları ve diğer omurgalıları arayıp kanlarını içerler ve tesadüfen değil, içimize girmeye çalışan parazitlerle doludurlar. Sıtma ve filaryaz sivrisinekler, uyku hastalığı çeçe sinekleri, kala-azar tatarcıklar, nehir körlüğü karasinekler tarafından bulaşır. (Bakteriler ve virüsler de gelip hıyarcıklı veba, dang humması ve diğer hastalıkları yayarlar.) Bu parazitler, böceğin açtığı yaraya yüzerek girerler ve daha sonra derimizde veya kan dolaşımımızda yaşarlar ve buralardan alınabilirler. bir sonraki geçen böceğin ısırığında. Ancak çoğu için sadece doğru yerde olmak yeterli değildir - parazitleri daha hızlı yaymalarını sağlamak için böceklerin davranışlarını değiştirirler.

Kan içmek kolay değil. Bir sivrisinek kolunuza konduğunda, hortumunu cildinizin sert dış katmanlarından geçirmeli ve ardından bir kan damarı bulmak için bir süre etrafta dolaştırmalıdır. Ne kadar uzun sürerse, tokat yeme ve kanlı bir lekeye dönüşme şansı o kadar artar. Sivrisinek kana çarptığında, vücudunuz yarayı pıhtılaştırarak yanıt verir. Trombositler sivrisineğin hortumunun etrafında toplanır ve onları yapışkan kümeler haline getiren ve diğer trombositleri çeken kimyasallar salar. Sivrisinek içmeye çalışırken, pürüzsüz kan kokteyli yoğun bir milk shake'e dönüşür.

Sivrisinekler kendilerine daha fazla zaman kazanmak için tükürüklerine pıhtılaşmaya karşı savaşan kimyasallar koyarlar. Bunlardan biri olan apiraz, trombositlerin yaptığı yapıştırıcıyı parçalar; diğer kimyasallar daha fazla kan getirmek için kan damarlarını genişletir.

Kan içmenin riskleri sivrisinekleri bağlılıktan korkutur. Bir konakçıdan kan almayı çok zor bulurlarsa, hızla yeni bir deri parçasına uçarlar. Ama o ev sahibinde sıtma varsa, içindeki parazitler onu daha çekici kılacaktır. Sıtma, konağının trombositlerine müdahale ederek kötü bir pıhtılaşma işi yapmalarına neden olur. Bir sivrisinek, sıtmalı bir kişinin kanına çarptığında, içmeyi daha kolay bulacaktır ve onu ve onunla birlikte paraziti emme olasılığı daha yüksektir.

Bir sivrisineğin içine girdikten sonra, Plasmodium'un başka bir insana geçmesi için zamana ihtiyacı vardır. Sivrisineklerin bağırsaklarına girmesi, diğer Plasmodium parazitleriyle çiftleşmesi ve çoğalması gerekiyor. Bu şekilde on günde on binden fazla okinet oluşur. Sonunda bir insana girmeye hazır oldukları tükürük bezine göç eden sporozoitlere dönüşürler. Ama o noktaya kadar sivrisineğin yemesi parazite bir fayda sağlamaz. Orta ısırıkta ezilme riskleri hiç bir fayda sağlamadan dengelenir. Bu nedenle Plasmodium, ev sahibini yemek yemekten caydırmak için elinden gelenin en iyisini yapar. İçinde okinet bulunan bir sivrisinek, parazitsiz olana göre kan emmekten daha kolay vazgeçecektir.

Parazit sivrisineğin ağzına ulaştıktan sonra ise sivrisineğin mümkün olduğu kadar çok ısırmaya başlamasını ister. Plasmodium, tükürük bezlerine gider ve hedefine ulaşır.

pıhtılaşma önleyici molekül apirazı yapmaktan sorumlu olan bir lobda. Orada sivrisineğin apiraz tedarikini kesmeye devam eder, böylece böcek hortumunu yeni bir konakçıya yönlendirdiğinde kan akışını sürdürmekte zorlanır. Aynı miktarda kan içmek için daha fazla konukçuyu ziyaret etmesi gerekir. Aynı zamanda, Plasmodium sivrisineği daha çok acıktırır, daha fazla kan içer ve onu almak için daha fazla konukçuyu ziyaret eder. Sonuç olarak, hasta bir sivrisineğin bir gecede iki kişinin kanını içme olasılığı sağlıklı olanın iki katıdır. Daha fazla konakçıya daha fazla kan taşıyan hasta sivrisinek, sıtmayı yaymak için çok daha etkili bir yol haline gelir.

Plasmodium , bir avcıyı -sivrisinek- avıyla, yani bizimle temasa geçirir. Parazitler, önce avda yaşayarak ve bir avcı onu yiyene kadar bekleyerek, tersi düzenlemeyi de kullanabilirler. Bazı parazitler oturup ara konakçılarının yutulmasını beklemeye isteklidir. Ama birçoğu o kadar sabırlı değil. Leucochloridium paradoxum adlı bir şans, salyangozları ilk konakçısı yapar, ancak kuşların salyangoz iştahı olmamasına rağmen böcek yiyen kuşları son konakçısı yapar. Flukes, salyangozun göz dokunaçlarına girerek kuşun dikkatini çeker. Kahverengi veya yeşil çizgilerle kaplı parazitler şeffaf dokunaçlardan görülebilir ve bir kuşa tırtıl gibi görünürler. Bir kuş salyangoza saldırır ve sonunda bir göbek dolusu parazitten başka bir şey kalmaz.

Diğer parazitler, konakçılarının derisini değiştirerek daha bariz bir hedef haline gelebilir. Bazı tenya türleri, üç dikenli dikenli balıkların bağırsaklarında birkaç hafta yaşar ve bir kuşa girmek istediklerinde balığı turuncu veya beyaza çevirir. Kuşların dikkatini çekmek için balıkların davranışlarını da değiştirebilirler. Normalde, dikenli balıklar kendilerini yemekten hoşlanan su kuşlarından özenle uzak dururlar. Su yüzeyinin oldukça altında kalmaya çalışırlar ve eğer bir balıkçıl başını su altına sokarsa, yemek yeme fırsatını kaçırarak uzaklaşırlar. Ancak tenyalar onlara bulaştığında, yüzeye yakın yüzerek yüzer hale gelirler ve aynı zamanda korkusuz hale gelirler, yakınlarda tehlikeli bir kuş olsa bile yiyeceklerin peşinden koşarlar.

Bazen bir parazitin ev sahibini saldırıya açık hale getirmesi yeterli değildir; bazen ev sahibini doğrudan zarar yoluna gönderir. Diken başlı solucanlarda durum böyledir. Bu parazitlerin pek çok türü, göllerde ve nehirlerde yaşayan omurgasızların içinde başlar. Daha sonra, dikenli kafalarını bağırsakların derinliklerine sapladıkları kuşlarda yetişkin olurlar. Gammarus lacustris adlı küçük bir kabuklu, göletlerin ve nehirlerin yüzeyine yakın yerlerde beslenir, ancak avcısı -ördek- ortaya çıkar çıkmaz ışıktan uzaklaşarak kaçar ve böylece suyun dibine iner. Ancak dikenli başlı bir solucan bir Gammarus'un içine girdiğinde tam tersini yapar. Sahneye bir ördek çıkarsa, Gammarus ışığa karşı sarsılmaz bir çekim hisseder ve böylece suyun yüzeyine çıkar. Yüzeye ulaştığında, bir kaya veya bitki bulana kadar süzülür. Temas kurduğunda, ağzını kıstırır ve pratik olarak kendini ördeğe sunar.

Milyarlarca insan beynine yerleşmiş bir protozoan olan Toxoplasma , zihin kontrolüne dahil olmayacak nazik bir yaratık gibi görünebilir. Ne de olsa kistlerinde güvenle saklanır ve konakçılarını öldürmeyi reddeder. Ancak evcilliği, son konağına girme olasılığını nasıl artıracağına dair bilinçsiz hesaplamasının yalnızca bir parçasıdır. Toxoplasma'nın hareket etmesi gerekiyor

kediler ve avları arasında ve yaşam döngüsünü tamamlamak için geri döner ve ölü bir fare pek çok kediyi çekmez. Ancak Toxoplasma'nın kedilerin avlarını öldürmelerine yardımcı olmak için elinden geleni yaptığı ortaya çıktı.

Oxford Üniversitesi'ndeki bilim adamları birkaç yıldır Toxoplasma'nın farelerin davranışları üzerindeki etkilerini araştırıyorlar . Altı fit x altı fitlik bir dış mekan muhafazası inşa ettiler ve onu bir yol ve hücre labirentine dönüştürmek için tuğlalar kullandılar. Muhafazanın her köşesine bir yuva kutusu ile birlikte bir kase yiyecek ve su koyarlar. Her yuvaya belirli bir kokudan birkaç damla eklediler. Birine taze hasır yatak kokusu, diğerine fare yuvasından alınan yatak örtüsü, diğerine tavşan idrarı, diğerine kedi idrarı kokusu eklediler. Sağlıklı fareleri kafese saldıklarında, hayvanlar merakla etrafa bakınıp yuvaları incelediler. Ama kedi kokusuyla karşılaşınca ürkmüşler ve bir daha o köşeye dönmemişler. Bu şaşırtıcı değildi: Bir kedinin kokusu, fare beyinlerinin kimyasında yoğun bir kaygıya neden olan ani bir değişimi tetikler.

(Araştırmacılar anti-anksiyete ilaçlarını fareler üzerinde test ettiklerinde, onları paniğe kaptırmak için bir kedi idrarı kokusu kullanırlar.) Anksiyete saldırısı, sağlıklı farelerin kokudan çekinmelerine ve genel olarak onları yeni şeyler araştırma konusunda temkinli davranmalarına neden oldu. Göze batmamak ve hayatta kalmak daha iyidir.

Ardından araştırmacılar, Toksoplazma taşıyan fareleri muhafazaya koydu. Paraziti taşıyan fareler, çoğunlukla sağlıklı olanlardan ayırt edilemez. Eş bulmak için de rekabet edebilirler ve kendilerini beslemek konusunda hiç zorlanmazlar. Araştırmacıların bulduğu tek fark, kendilerini öldürtme olasılıklarının daha yüksek olmasıdır. Kafesteki kedi kokusu onları tedirgin etmedi ve sanki hiç bir şey onları rahatsız etmiyormuş gibi işlerine devam ettiler. En azından muhafazanın başka herhangi bir yerinde yaptıkları kadar sıklıkla kokunun etrafını keşfederlerdi. Hatta bazı durumlarda, o noktaya özel bir ilgi göstermişler ve tekrar tekrar oraya dönmüşlerdir.

Sıçanları kemirgen kamikazelerine dönüştüren Toxoplasma , muhtemelen kedilere bulaşma şansını artırıyor. Bir sıçan yerine bir insana binme hatasını yaparsa, o yolculuğu yapma ümidi çok azdır, ancak yine de ev sahibini manipüle etmeye çalıştığına dair bazı kanıtlar vardır. Psikologlar, Toxoplasma'nın konakçı insanlarının kişiliğini değiştirdiğini ve kadın ve erkeklerde farklı değişimlere yol açtığını bulmuşlardır . Erkekler, bir topluluğun ahlaki standartlarına boyun eğmeye daha az istekli, toplumun kurallarını çiğnediği için cezalandırılmaktan daha az endişe duyuyor, diğer insanlara karşı daha güvensiz hale geliyor. Kadınlar daha dışa dönük ve sıcakkanlı olurlar. Her iki değişiklik de bir ev sahibini tehlikeden uzak tutabilecek korkuyu yıkıyor gibi görünüyor. İnsanları aslanların önüne atmaya yetecek kadar değiller ama parazitlerin kaderlerini nasıl kontrol altına almaya çalıştıklarını çok kişisel bir şekilde hatırlatıyorlar.

Bilim adamları bu tür dönüşümleri yetmiş yılı aşkın bir süredir biliyorlar ama aslında bunların manipülasyon olduğunu düşünmüyorlardı. Parazitler, bariz bir şekilde üstün olan konakçılarındaki değişiklikleri tam olarak belirleyemezler. Yalnızca rastgele türde zarar verebilirler ve belki de şans eseri bu hasar ev sahibini değiştirmiştir. Bilim adamları ancak 1960'larda bir parazitin konağının fizyolojisini ve hatta davranışını değiştirebileceği olasılığını ciddi olarak düşünmeye başladılar. Ve bunun üzerine, yüzlerinde tam da öyle görünen uzun bir vaka dizisi ortaya çıktı.

Vakaların çoğu ökaryot parazitlerden gelse de bakteri ve virüsler bazen kukla ustası gibi davranabilir. Bir hapşırık soğuk virüsleri yenilerine taşır.

ana bilgisayarlar; Ebola virüsü, kurbanlarına kan fışkırtarak, onların vücutlarına dokunan insanların vücutlarına bulaşarak onları da enfekte ederek, ölenlere ve ölülere duyduğumuz saygıdan yararlanıyor gibi görünüyor. Ancak belgelenmiş manipülatör vakalarına bakarsanız, bakteri ve virüslerin çok küçük bir kısmını oluşturduğunu görürsünüz. İhtiyaçları oldukça basit olabilir: konakçı olarak birden fazla türü kullanmaya nadiren ihtiyaç duyarlar ve konakçılar arasındaki düzenli temaslar sırasında - seks, el sıkışma veya kene ısırması gibi - kolayca ilerleyebilirler. Aslında bakteri ve virüsler arasında açığa çıkmayı bekleyen birçok manipülatör olabilir. Virüsleri ve bakterileri inceleyen çoğu insanın öncelikle hastalıklar, semptomlar ve tedaviler açısından düşündüğü gerçeği sayesinde, bunlar hâlâ gizli olabilir. Deneklerine daha çok ev sahiplerinde hayatta kalmak ve yenilerine ulaşmak zorunda olan canlı varlıklar gibi davranan parazitologlar gibi düşünmemeye eğilimlidirler.

Parazit manipülasyonlarını incelemedeki en büyük tehlike, parazitlerin olmadığı yerlerde kurnaz stratejiler görmektir. Bir ana bilgisayarda yapılan bazı değişiklikler basit bir hasar olabilir. Ve eğer bir kişi bir parazitin balığın rengini değiştirdiğini söyleyebiliyorsa, bu gerçekten bir anlam ifade etmez. Önemli olan, değişikliğin aslında bir kuşun onu yemesini kolaylaştırıp kolaylaştırmadığıdır. Bir manipülasyonun gerçek olduğunu göstermenin tek yolu, deneyler yapmaktır ve önemli etkileri olan gerçek manipülasyonları gösteren ilk deneyler, 1980'lerde Colorado Eyalet Üniversitesi'nde bir parazitolog olan Janice Moore tarafından gerçekleştirilmiştir. Seçtiği parazitler, orman zeminindeki hap böceklerinin içinde larva olarak yaşayan, sığırcıklarda yetişkin olarak yaşayan ve daha fazla hap böceklerinin alması için yumurtalarını kuş pisliğine bırakan dikenli başlı solucan türleriydi.

Moore, enfekte hap böceklerinin davranışını ölçmek için Pyrex pasta plakalarından odalar inşa etti. Bir deneyde hap böceklerinin neme nasıl tepki verdiğini görmek istedi. Kapalı bir alan yaratmak için bir levhayı diğerinin üzerine yerleştirdi. Daha sonra alanı cam bir bariyerle iki odaya ayırdı ve aralarında sadece dar bir yarık bırakarak onu bir naylon ağ parçasıyla kapladı. Odalardan birini, su yapmak için havayla reaksiyona giren bir kimyasal olan potasyum dikromat dökerek nemlendirdi. Diğer tarafa tuzlu su döktü, bu da içindeki suyu çekerek havayı kuruttu. Daha sonra, inşa ettiği turta levha evin içine birkaç düzine hap böceği saldı ve nemli veya kuru, hangi odayı seçtiklerini görmek için bekledi.

Daha sonra onları parçalara ayırdı ve dikenli başlı solucanların larvalarını taşıyıp taşımadıklarını görmek için içlerine baktı.

Başka bir deneyde, bir turta tabağının ortasındaki dört çakıl taşının üzerine oturan bir kiremitle hap böcekleri için küçük bir barınak yaptı. Altına mı saklandıklarını yoksa açıkta mı yürüdüklerini görmek için izledi. Ve üçüncüsünde, hap böceklerinin açık mı yoksa koyu arka planlara mı çekildiğini görmek için bir turta tabağına renkli çakıl döktü - bir yarısı beyaz, diğeri siyah.

Hap böcekleri, onları yiyecek kuşlardan saklanabilecekleri nemli orman topraklarında yaşarlar. Onları çıkarırsanız, tekrar içeri girerler. Nem, loş ışık ve koyu renkler gibi faktörler onları toprağa çeker. Moore'un incelediği sağlıklı hap böcekleri, turta tabaklarında bu şekilde davrandılar. Nemli odada kaldılar ve kuru olandan kaçındılar; onlar için yaptığı sığınağın altına saklandılar; ve ışık yerine koyu renkli çakılı seçtiler. Ancak dikenli başlı solucanlar taşıyan hap böcekleri, sağlıklı olanlardan çok daha sık odasının kuru kısmına dolaşırken bulunabilirdi. A

parazit, ev sahibinin beyaz çakıl üzerinde daha sık sürünmesine ve sığınağın altına saklanma olasılığının çok daha düşük olmasına neden olur. Asalaklaşmış hap böcekleri artık bu hayati ipuçlarını tanıyamaz hale geldiler ve kuşlar için daha kolay av oldular.

Ancak Moore, bir kuşun hayatını neyin kolaylaştırabileceğini hayal etmek yerine, kuşların kendisine söylemesine izin verdi. Sığırcık beslediği bir kafesin etrafında hap böceklerinin dolaşmasına izin verdi. Kuşlar hap böceklerini yediler ve hasta olanları sağlıklı olanlara tercih ettiklerini gördü. Başka bir deneyde, sığırcıklar için yuva kutuları kurdu ve bu kutular gelip yavruları büyüttü. Yiyecek bulmak için çevredeki tarlalarda avlanırlardı - hap böcekleri de dahil - ve onu kutuya geri getirirlerdi. Moore, boru temizleyicilerini yavruların boyunlarına gevşek bir şekilde bağladı ve boğazlarını, yemeklerini yutamamaları için yeterince kapattı. Moore, yetişkin kuşların getirdiği hap böceklerini ağızlarından ve yuvadan toplayarak toplayabildi. Parazit olup olmadığını kontrol etmek için onları parçalara ayırdı ve parazitlenmiş hap böceklerinin yuvalarda olması gerekenden çok daha sık ortaya çıktığını gördü. Tipik bir bölgede hap böceklerinin yüzde 1'inden azı dikenli başlı solucanları taşıyordu, ancak Moore'un yavrulardan topladığı solucanların yüzde 30'u enfekte oldu.

Moore'un deneylerini başka dikkatli testler izledi ve birçok durumda söz konusu parazitler, konakçılarını değiştirerek gerçekten de başarılarını artırdı. Parazitologlar bu manipülasyonların gerçek olduğunu gösterdikten sonra, parazitlerin bunları tam olarak nasıl yönettiklerini sormaya başladılar. Her parazit, muhtemelen bazıları oldukça basit olan kendi özel mekanizmasını kullanır. Tenyalar üç dikenli dikenli balığın içinde büyüyüp tüm vücut boşluklarını doldurduğunda ve ev sahiplerinin yediği yiyeceğin çoğunu emdiğinde, muhtemelen balıkları aç gözlü hale getirirler. Açlıkları, dikenli balıkları yiyecek bulmak için daha fazla risk almaya, yakınlarda bir kuş olduğunu fark ettiklerinde hızla uzaklaşmaya iter. Tenya için tehlike kurtuluş demektir.

Bununla birlikte, çoğu zaman, mekanizmalar çok daha karmaşıktır. Parazitler, konakçılarının nörotransmiterlerinin ve hormonlarının kelime dağarcığında ustalaşmışlardır. Parazitologlar, bir konakçıyı belirli bir şekilde değiştirebileceğini bildikleri belirli bir molekülü henüz bulamamış olsalar da, durumun bu olduğundan oldukça eminler. Hayvanların vücutları ve beyinleri, bilim adamlarının parazitlerden hızlı bir iletim yakalaması için sinyal trafiği nedeniyle çok gürültülü. Ancak parazitologlar, bir insanı gölgesine göre yargılayabileceğiniz gibi, bu parazitik moleküller hakkında dolaylı olarak çok şey söyleyebilirler.

Bir an için zavallı Gammarus'u hatırlayın, dikenli başlı bir solucan tarafından bir göletin yüzeyine fırlayarak gönderildi ve orada bir ördek onu yiyene kadar bir kayaya kenetlendi. Açıkçası, sinir sisteminde bir sorun var, çünkü sağlıklı bir Gammarus'u nehrin dibine gönderecek olan aynı his, hasta bir Gammarus'ta tam tersi bir tepki veriyor. Biyologlar , dikenli başlı solucanlarla enfekte olan Gammarus'un nöronlarını çıkardılar . Onları, belirli nörotransmitterleri taşıyorlarsa nöronları aydınlatan bileşiklerle boyadılar. Serotonin adı verilen bir nörotransmiter aradıklarında, nöronlar Noel ağaçları gibi aydınlandı.

Baktığınız hemen hemen her hayvanda serotonin bulabilirsiniz. İnsanlarda ve diğer memelilerde beyni stabilize ediyor gibi görünüyor. Serotonin seviyeleri düştüğünde, insanlar takıntılı, depresif ve şiddetli olabilir. (Prozac, serotonini artırarak depresyona karşı koymak için tasarlanmıştır.) Serotonin, omurgasız beyinlerinde de rol oynar.

bilim adamları bu rolün ne olduğ undan emin değ iller. Gammarus'a serotonin enjekte ettiklerinde ilginç bir ş ey olduğ unu biliyorlar . Sağ lıklı bir Gammarus vurulursa, genellikle bir ş eye tutunmaya ve sımsıkı tutunmaya ç alış ır.

Serotonin neden Gammarus'un tutunmasına neden olsun ? Seksle ilgili bir ş ey olabilir. Gammarus ç iftleş tiğ inde erkek diş iyi bacaklarından tutar ve karnını kadınınkine doğ ru ç eker. Günlerce ona binecek, tüy dökmesini bekleyecek. Bunu yaptığ ında yumurtalarını karnının altındaki bir keseye koyar. Erkek yumurtaları döller ve onu ç iftleş mek isteyen diğ er erkeklere karş ı koruyarak tutunmaya devam eder.

Çiftleş en erkeğ in duruş u, dikenli solucanların Gammarus'u almaya zorladığ ı pozun aynısıdır . Parazitologlar, enfekte olmuş Gammarus'a serotoninin etkilerini bloke eden bir ilaç enjekte ederse , birkaç saatliğ ine tutunmayı bırakırlar. Diken baş lı solucan, serotonini artıran bir molekül salgılıyor olabilir. Parazit, Gammarus'un seks yaptığ ını düş ünmesine, hatta ç iftleş mede erkeğ in rolünü diş ilerin üstlenmesine neden olan bir dizi sinyali tetikleyebilir .

Parazitologlar, asalak manipülatörlerin tüm hikayesini anladıklarında, bundan daha karmaş ık olduğ u ortaya ç ıkacak. Parazitlerin konaklarını kontrol etmek iç in tek bir molekül kullanması pek olası değ ildir; parazitin hayatının farklı zamanlarında farklı ş eylere ihtiyaç duyduğ unda dağ ıtılmaya hazır ilaç larla dolu büyük bir eczane ile donatılmış olarak gelirler.
Bilim adamları, tenya Hymenolepis diminuta gibi belirli bir parazitin tüm döngüsünü incelemek iç in ç abalarını birleş tirdiklerinde ortaya ç ıkan tablo budur .
Hymenolepis yetiş kinleri, farelerin bağ ırsaklarında yaş ar ve ç iftleş irler, burada bir buç uk fit uzunluğ a kadar büyürler. Yumurtaları, böcekler tarafından düzenli olarak yenen fare pisliğ ine dönüş ür. Bir böceğ in iç ine girdikten sonra, tenyanın yumurta zarı eriyerek üç ç ift kancalı küresel bir yaratığ ı ortaya ç ıkarır. Bu kancaları, böceğ in bağ ırsağ ından ve bir haftadan biraz daha uzun bir süre iç inde büyüyerek kısa kuyruklu bir forma dönüş tüğ ü dolaş ım sistemine sokmak iç in kullanır. Orada böceğ in bir fare tarafından yenmesini bekler ve burada son yetiş kin halini alır. Tüm döngü genellikle tahıl silolarında veya un depolarında gerç ekleş ir; burada böcekler yiyeceğ i yutar, fareler böcekleri yer ve ardından fareler dış kılarını tahıla bırakır.

Tenyalar, daha iç lerine girmeden böcekleri manipüle etmeye baş lar.
Böcekler, görünüş e göre böcekler iç in karş ı konulamaz olan bir aroma tarafından yumurta yüklü pisliklere ç ekilir. Bir böcek, sağ lıklı bir farenin dış kısı ve parazitlenmiş bir farenin dış kısıyla karş ılaş ırsa, tenya yumurtalarının olduğ u yığ ını seç mesi daha olasıdır. Enfekte gübrenin kokusunu hapseder ve sıvı iç inde muhafaza ederseniz, bu parfümün bir damlası böceklerin kaç ış masına neden olur. Kimse kokuyu yumurtaların kendisinin mi ürettiğ ini, yoksa bunun farelerin iç indeki yetiş kin tenyaların ürettiğ i kimyasallardan biri mi, yoksa parazitlerin bir ş ekilde o farenin sindirimini değ iş tirip konağ ın kendisi mi yaptığ ını bilmiyor.
Durum ne olursa olsun, böcekleri bir tenya yemeye, belki de bir fareye yemeye ikna etmek yeterlidir.

Böceğ in iç ine girdikten sonra, tenya onu sterilize etmek iç in daha fazla kimyasal kullanır. Diğ er böceklerin ç oğ u gibi, bir böcek de enerji rezervlerini sırtı boyunca uzanan yağ gövdesi adı verilen bir yapıda depolar. Diş i böcekler, yumurtalarının sarısını oluş turmak iç in bu malzemenin bir kısmını kullanır. Rezervleri yumurtalara ulaş tırmak iç in yağ vücuduna bir hormon sinyali göndermeleri gerekir. Yağ lı vücut hücreleri, adı verilen bir yumurta sarısı bileş eni yaparak buna yanıt verir.

vitellogenin. Vitellogenin yağ gövdesini terk eder ve yumurtalıklardaki yumurtalara ulaşana kadar böceğin içinden akar. Bir böcek yumurtası, aralarında sadece birkaç çatlak bırakan bir dizi yardımcı hücre ile çevrilidir. Çatlaklar o kadar az ve o kadar küçüktür ki, aslında herhangi bir şeyin içinden geçip yumurtanın kendisine ulaşması zordur. Ancak doğru hormonlar bu yardımcı hücrelere tutunduğunda, onları küçülterek boşluklar açarlar.
Bu hormonlardan yeterince alındığında vitellogenin yumurtanın kendisine ulaşarak yumurta sarısına dönüşebilir.

Tenya, bu olaylar zincirini birkaç halkada yok edebilir. Yağ gövdesine giren ve hücreleri vitellogenin yaparken yavaşlatan bir molekül yapar. Bir miktar vitellogenin yine de yağlı vücuttan çıkıyor, ancak çok azı bir yumurtaya ulaşıyor gibi görünüyor. Görünüşe göre tenya, yumurtalıklardaki yardımcı hücreler üzerindeki alıcılara kilitlenebilen başka bir molekül yapıyor. Hormonun kilitlenmesini ve yardımcı hücrelerin büzülmesini durdurmak için reseptörleri tıkar. Yardımcı hücreler şişkin kalır, bu nedenle vitellogenin yumurtaya giremez. Bu moleküllerin etkisi, böceğin tenya için mükemmel olabilecek besini kendi yumurtalarına yönlendirmesini engellemektir.

Böceğin içinde olgunlaştığında, tenya kendisine bir fare bulmaya hazırdır. Böcek kesinlikle aynı fikirde olmazdı, bu yüzden parazit başka bir ilaç çekmecesini açmak zorunda kalır. Bazıları -muhtemelen o künt acı ve korku duygularını afyonlar- böceğin kendini gizleme konusunda daha az vicdanlı olmasına neden olur. Bir un yığınının üzerine koyun ve böcek muhtemelen gözden kaybolmak yerine yüzeyde dolaşacaktır. Tenya onu halsiz yapar, bir saldırıdan kaçmayı yavaşlatır. Yine de, enfekte bir böcek, bir fare onu çenesine alırsa kendini korumak için elinden gelenin en iyisini yapar. Bir un böceği, karnında tadı kötü olan bir kimyasal salmak için kullandığı bir çift bez ile donatılmış olarak gelir ve böceği ağzına alan bir fare muhtemelen onu tükürür. Ancak tenya olgunluğa eriştiğinde bezin zehir yapmasını engeller. Enfekte böcek kendini savunmaya çalıştığında, tadı fareye o kadar da kötü gelmez; bu nedenle yenilmesi, sağlıklı bir muadilinden çok daha olasıdır. Baştan sona, böcek paraziti tarafından yönlendirilir ve çekilir.

...

California, Carpinteria kasabasında Ventura Otoyolu'nu kapatırsanız ve okyanusa doğru kısa bir yoldan giderseniz, bir oyuncak ayı deposunu ve bir dizi tren rayını geçerseniz, bir tel örgüye gelirsiniz. Bunun ötesinde, turşu otu gibi yüzlerce dönümlük yemyeşil alçak bitkileri kapsayan alçak bir genişlik yatıyor. Burası Carpinteria tuz bataklığı. Açık bir yaz günü, Kevin Lafferty adında bir ekolojist çit kapısının kilidini açtı ve beni içeri aldı. Bana bir tuz bataklığının nasıl çalıştığını göstermek istedi. Lafferty bir mayo ve üzerinde fosforlu aslan balığı olan eski püskü bir tişört giymişti; bir elinde bir çift scuba patikiyle toprak yolda parmak arası terliklerle ayaklarını sürüdü. Lafferty'nin yanında birkaç gün geçirdim ve tüm ziyaretim boyunca onu daha resmi bir şekilde görmedim.
Yüzü gençti ve saçları buğday rengindeydi. 1981'de Santa Barbara'daki California Üniversitesi'ne geldiğinden beri bu kumsallarda sörf yapıyor. Artık onu ikinci sınıf öğrencisi yerine biyoloji profesörü olarak seçmek zor olurdu.

Yükseltilmiş bir toprak yoldan denize doğru yürürken bataklıktan bahsetti. "Sen

tuz bataklığı elde etmek için deniz seviyesinin altında bir tür iç alana ihtiyaç duyarlar. Bir nehrin bir kanal açmasını sağlayabilirsiniz ve deniz, yüksek gelgitte onun üzerine girebilir. Bu standart Doğu Yakası versiyonu. Ya da çökmeye yol açan tektonik aktiviteye sahip olabilirsiniz." İç kısımlara, otoyolun üzerinde beliren San Ynez Dağları'na doğru işaret etti, üzerlerine bir eşarp gibi sis örtüldü. "Kaliforniya kıyı şeridinin tamamı, tektonik aktivitenin yanı sıra deniz seviyesindeki değişikliklerin karmaşık bir karışımıdır. Buradaki havzanın alçaldığı için okyanusun sular altında kaldığı düşünülüyor." Bölge şu anda deniz seviyesinden yaklaşık bir fit aşağıda, bu nedenle Santa Monica ve Franklin Derelerinin taşıdığı tortular denize ulaşmak yerine bu havzaya dökülüyor. Yükselen dalga her gün bataklığa doğru ilerliyor, dere kıyılarını aşıyor ve burayı zincir bakla çitine kadar sular altında bırakıyor. "Deniz seviyesi aynı kalsaydı ve tektonik hareket olmasaydı, burası yüz yıl sonra kara olabilirdi. Ancak arazi sürekli olarak çöküyorsa, tortu yetişemez" diyor Lafferty. Biriken tortu, gelen tatlı su ve deniz suyunun gelgitinin karşıt kuvvetleri, kanallarla kesilmiş bu geniş, suyla dolu genişlik biçiminde bir uzlaşmaya varmıştır.

Her gün gelgitte toprak güneşte pişer, tuzlu suyu tutarken suyunu buharlaştırır. Toprak aslında bazı yerlerde deniz suyundan daha tuzludur. Bu koşullarda hiç bir ağaç yaşayamaz. Bunun yerine, tuza adapte olmuş sert bitkilerden oluşan alçak bir halı var.
Örneğin turşu otu, tuzlu suyu yerden dışarı pompalar ve geride kalan tatlı suyu kullanarak meyvelerindeki tuzu depolar. Bataklık kanallarını sıralayan çıplak çamur düzlükleri boyunca, donuk yeşil cilalarda yosunlar büyür. Yosunlar bastırılmış görünebilir, ancak aslında neredeyse mükemmel koşullarda eğlenirler. Çamur, dağlardan taşınan nitrojen, fosfor ve diğer besinlerle doludur. Çıplak düzlükler, gelgit her düştüğünde açığa çıktığı için, algler her zaman su altında kalacaklarından çok daha fazla güneş ışığı alırlar. Bugün gelgitte algler neşeyle fotosentez yapıyor. Kıyılara dağılmış binlerce minyatür doğum günü şapkası var: algleri otlatan Kaliforniya boynuzlu salyangozlarının konik kabukları. Lafferty, "Hızla büyüyen bir çimi biçiyorlar," diyor.

Buradaki küçük boyunlu istiridyeler ve kum dolarları gibi pek çok omurgasız, omurgalılar için iyi yemekler yapar. Ok gobileri ve killifish gibi bazı balıklar, yıl boyunca haliçlerde yaşar, gelgit çekildiğinde alçak suda toplanır ve denizden gelen meraklı vatozlar ve köpekbalıkları onlara katıldığında yüksek gelgitte beslenir. Günümüzde görülen tek balık killifish'tir. Etrafta fırlarlar, ara sıra karınlarının ışıltılı ışıltısını ortaya çıkarmak için bir tarafa dönerler. Kanalların kıyılarında daha büyük delikler var, bunlar parmaktan çok yumruk büyüklüğünde. Sabah güneşi onlara vurduğunda, yengeçler yavaşça sürünerek dışarı çıkar - salyangozları ceviz gibi çıtırdatan kıyı yengeçleri ve yeni doğan günü selamlıyormuş gibi dev pençelerini yavaşça kaldıran kemancı yengeçleri. Burada pek çok yırtıcı memeli yok - Carpinteria gibi kasabaların büyümesi dağ aslanlarını ve ayıları uzaklaştırdı ve geriye sadece rakunlar, gelincikler ve ev kedileri kaldı. Ancak tuz bataklığı, hepsi ziyafet boyunca yolunu bulmaya çalışan kuşlar için -Hazar sumruları, söğütler, cılıbıtlar, sarı bacaklı çulluklar, çulluklar, dowitchers- için bir karnavaldır.

Lafferty tüm bunlara bakıyor, yemek yemeye ve yenilmeye, güneş ışığının bu dönüşümüne.

farklı yaşam biçimlerine dönüşüyor ve bunu diğer ekolojistlerin düşündüğü gibi görmüyor. Bir çulluk, deliğinden bir istiridye kapar: "Az önce enfekte oldum" diyor. Salyangoz bankasına bakıyor ve “Bu salyangozların yüzde 40'ından fazlası enfekte. Onlar gerçekten sadece kılık değiştirmiş parazitler. Burada vagonlar dolusu parazit biyokütlesi var.” Kıyı boyunca uzanan karlı kuş pisliği takımyıldızını işaret ediyor. "Bunlar sadece şans eseri yumurta paketleri." Bana söylediklerini duyunca omuz silkti. "Oldukça çarpık bir bakış açım var."

Laffterty, 1986'da Santa Barbara'da yüksek lisans okuluna başladığında, bakış açısı henüz çarpıtılmamıştı. O zamanlar biri ondan bu tuz bataklığının ekolojisini çözmesini isteseydi, görebildikleri şeyleri incelerdi. Salyangozların ne kadar alg yiyebileceğini ölçebilir, dişi bir killifish'in bir yılda yumurtlayabileceği yumurta sayısını toplayabilir, bir kuşun bir günde yiyebileceği istiridye sayısını kaydedebilirdi. Parazitleri görmezden geleceği için bu ekosistemin gerçek dramını tamamen kaçıracağını şimdi anlıyor.

Bunda olağandışı bir şey olmazdı. Ekolojistler onlarca yıldır iki şeye bakmak için bataklığa daldılar, göllere kürek çektiler ve ormanları aştılar: yiyecek ve su gibi yaşamın gereklilikleri için rekabet ve yenilmeme mücadelesi. Bitki ve hayvanların yoğunluğunu, yavrudan yaşlıya dağılımlarını, türlerin çeşitliliğini incelediler. Dolaşmış cep telefonları gibi besin ağlarının diyagramlarını çizdiler. Ama bu iplikçiklerden biri asla bir parazite yol açmadı. Ekolojistler parazitlerin var olduğunu inkar etmediler ama onları küçük otostopçular olarak gördüler. Hayat sanki hastalıksızmış gibi anlaşılabilirdi. Lafferty, "Pek çok ekolojist parazitler hakkında düşünmekten hoşlanmaz" diyor. "Organizma hakkındaki görüşleri, onun dışında durur."

Çok az çevrebilimci kayıtsızlığını herhangi bir veriyle destekleme zahmetine girmişti. Hayvanların tipik olarak birkaç farklı parazit türüyle istila edilmesi onlar için önemli değildi. Öte yandan, parazitologlar da ihmal edilmişti. Laboratuvarlarda parazitlerine göz gezdiriyorlardı ama gerçek dünyada ne gibi etkileri olduğu hakkında hiç bir fikirleri yoktu.

Bu etkilerin çok büyük olabileceği ortaya çıktı. Örneğin, yalnızca son on yılda deniz biyologları okyanusların virüslerle dolup taştığını keşfettiler. Virüslerin balinalardan bakterilere kadar hemen hemen her deniz canlısına bulaşabileceğini uzun zamandır biliyorlardı. Ancak çok fazla virüs olmadığını veya çok fazla zarara neden olamayacak kadar kırılgan olduklarını düşünmüşlerdi. Aslında, virüsler sağlam ve bol miktarda bulunur. On milyarı, yüzey deniz suyunun ortalama bir litresinde yaşıyor. Favori hedefleri bakteri ve fitoplanktondur, çünkü bunlar denizde en bol bulunan konaklardır. Ayrıca, hayvanlar tarafından yenen yırtıcı bakteriler ve protozoa tarafından yutulan okyanus besin zincirinin en alt halkası olarak hizmet ederler. Artık deniz biyologları bu hayati bağlantının çok hasta olduğunun farkındalar. Okyanustaki bakterilerin yarısı kadarı virüsler tarafından öldürülür. Bir bakteri öldüğünde, küçük bir organik duşta parçalanır. Diğer bakteriler, çoğu durumda yalnızca başka bir virüs tarafından patlatılmak üzere kalıntılarını toplar. Okyanusun biyokütlesinin büyük bir kısmı bu bakteri-virüs bakteri döngüsünde sıkışmış durumda ve denizdeki besin zincirinin geri kalanını besleyemiyor. Virüsler denizden kaybolursa, deniz balık ve balinalarla dolup taşabilir.

Karada, parazitler ekolojik olarak aynı derecede güçlüdür. Onlarca yıldır, ekolojistler

Serengeti ovalarında çalışanlar, oradaki büyük antilop ve diğer otlayan memeli sürülerinin iki faktör tarafından kontrol edildiğini düşündüler: onları besleyebilecek yiyecekler ve nüfuslarını azaltan avcılar. Yine de, bu yüzyılın çoğu için aslında en güçlü olan virüstü. Sığır vebası olarak bilinen hastalık, 1890 civarında Afrika Boynuzu'ndan enfekte sığırlar ithal edildiğinde Kenya ve Tanzanya'ya geldi. Çiftlik hayvanlarından yaban hayatına atladı ve otçul popülasyonunu ve yırtıcılarını aşağı çekti ve onları uzun süre baskı altında tuttu. onlarca yıl. Serengeti'nin memelileri ancak 1960'larda sığırlar aşılanmaya başladığında geri sıçradı.

Parazitlerin büyük etkilere sahip olmaları için ev sahiplerini öldürmeleri bile gerekmez. Bir parazit, bir türün rekabet gücünü azaltabilir, böylece rakibini kovamaz, bu da iki türün yan yana yaşamasını mümkün kılar. Geyikler, kendilerine zarar vermeyen bir nematod taşırlar, ancak geyiğin içine girdiğinde dikenlerine girer ve ölmeden önce sarhoş bir şekilde tökezlemelerine neden olur. O parazit olmadan geyik geyikle rekabet edemezdi. Ve Lafferty gibi biyologlar, parazitlerin ev sahiplerini manipüle etme biçimlerinin de doğanın dengesi üzerinde büyük bir etkisi olabileceğini gösterdiler.

Lafferty, lisansüstü okula giderken, liseden beri tüplü dalış yaptığı (üniversiteyi petrol kulelerinden midye kazıyarak ödeyerek kazandığı) Kaliforniya kıyılarındaki ekoloji hakkında oldukça iyi bir fikre sahip olduğunu düşündü. Parazitoloji üzerine bir kurs alana kadar fikrini değiştirmedi. Öğretmeni Armand Kuris, parazitlerin denizin her yerinde nasıl bulunabileceğini göstererek onu hayrete düşürdü. “İşte bir dalgıç olarak tanıdığım ve sevdiğim tüm bu hayvanlar ve onları açtığınızda parazitlerle doluydular. Deniz ekolojisinin resmin büyük bir bölümünü kaçırdığını fark ettim.”

Lafferty, Carpinteria tuz bataklığının parazitlerini incelemeye başladı. Carpinteria'da seçilebilecek çok şey var - bir düzine parazit yalnızca Kaliforniya boynuzlu salyangozuna bulaşıyor - ama Lafferty en yaygın olanı seçti, Euhaplorchis californiensis. Kuşlar , boynuzlu salyangozlar tarafından yenen Euhaplorchis yumurtalarını dışkılarına salarlar. Yumurtalar çatlar ve kelebekler salyangozu hadım eder ve cercariae konakçılarından yüzerek çıkmadan önce birkaç nesil üretir. Cercariae, bir sonraki ev sahibi olan California killifish'i bulmak için tuz bataklığını keşfeder. Solungaçlarına kilitlenirler ve ince kan damarlarına doğru yol alırlar; beyne ulaşana kadar izledikleri bir sinir bularak balığın daha derinlerine doğru sürünürler. Aslında killifish'in beynine nüfuz etmezler, ancak üzerinde bir havyar tabakası gibi görünen ince bir halı oluştururlar. Orada parazitler, balığın bir kıyı kuşu tarafından yenmesini bekler. Midesine ulaştıklarında, balığın kafasından çıkıp kuşun bağırsağına girerler, içindeki yiyeceği çalarlar ve bataklıklara ve göletlere yayılmak üzere dışkılarına yumurtalar ekerler.

Lafferty, bu döngünün tuz bataklığının ekolojisi üzerindeki etkisini anlamak istedi. Hiç tesadüf olmasaydı Carpinteria aynı görünür müydü? Salyangoz aşamasında parazitin döngüsü etrafında yolculuğuna başladı. Şans ve salyangoz arasındaki ilişki tuhaftır. Bu bir av-avcı düzenlemesi değil. Bir vaşak kar ayakkabılı tavşanları öldürdüğünde, ölü tavşanların yiyeceği hassas sürgünler hayatta kalanlar tarafından yenir ve bu enerjiyi yavru tavşanları büyütmek için kullanabilir. Ancak Carpinteria'nın şansları salyangozlarını tam olarak öldürmez. Genetik anlamda, salyangozlar artık üreyemedikleri için gerçekten de ölüdürler. Ama yaşamaya devam ediyorlar, içerideki parazitleri beslemek için algleri otlatıyorlar.

onlara. Salyangozlar gerçekten ölmüş olsaydı, yedikleri algler hayatta kalan salyangozların otlamasına bırakılırdı. Bunun yerine, salyangoz gibi şanslar, enfekte olmayan salyangozlarla doğrudan rekabet halindedir.

Lafferty, rekabetin nasıl sonuçlandığını görmek için bir deney yaptı. "Yapacağım şey, suyun içeri girip çıkabilmesi için ağlı bu kafesleri yapmaktı ama salyangozlar geçemezdi. Üstleri açıktı, böylece güneş parlayabilir ve altta yosunlar büyüyebilirdi. Sonra salyangozları laboratuvara getirir ve kimin enfekte, kimin enfekte olmadığını ve boyutlarının ne olduğunu öğrenir ve salyangozları, enfekte olup olmadıklarına veya boyutlarına göre belirli kafeslere atardım. Yani, değiştirilen bazı unsurlar dışında kafeslerin hepsi aynıydı. Kafeslerin hepsi masa büyüklüğünde bir alana yerleştirildi ve bu, tuz bataklığında sekiz farklı yerde tekrarlandı.

Lafferty, enfekte olmayan salyangozların, parazitli salyangozlar onlarla rekabet etmeden nasıl performans gösterdiğini ölçtü. Daha hızlı büyüdüler, çok daha fazla yumurta bıraktılar ve çok daha kalabalık koşullarda gelişebilirler. Sonuçlar Lafferty'ye, doğada parazitlerin o kadar yoğun bir şekilde rekabet ettiğini ve sağlıklı salyangozların tuz bataklığından tam olarak yararlanacak kadar hızlı üreyemediğini gösterdi. Aslında, tesadüften kurtulacak olsaydınız, salyangozun toplam sayısı neredeyse iki katına çıkardı. Ve burası bir laboratuvardan ziyade gerçek dünya olduğundan, bu patlama tuzlu bataklık ekosisteminin büyük bir kısmından dalga dalga yayılır, yosun örtüsünü inceltir ve yengeç gibi salyangoz avcılarının gelişmesini kolaylaştırır.

Lafferty doktorasını kazandıktan sonra. 1991 yılında Kuris ile çalışmaya devam etti. Salyangozdan balığa kadar şansları takip etmeye başladı. Lafferty parazitlerle çalışmaya başladığında, onların killifish konakçıları üzerindeki etkileri hakkında hiçbir şey bilinmiyordu. Gırgır ağırlığındaki balıkları alıp parçalara ayırdığında, çoğunun beyinlerinin tepesinde parazitler taşıdığını gördü. İçeri girdikten sonra balığa fazla zarar vermiş gibi görünmüyorlardı - balık bir bağışıklık tepkisi bile oluşturmuyordu. Tuz bataklığında Lafferty ile birlikte durup kanallara bakarken, hangi killifish'in parazitli ve hangilerinin sağlıklı olduğunu kesinlikle söyleyemedim.

Ancak Lafferty, tesadüflerin pasif yolcular olmayabileceğinden şüpheleniyordu. Diğer pek çok parazit gibi, kaderlerinin kontrolünü ele almaları gerekir. "Bu balıklara baktığımda, beni etkileyen hiçbir şey fark etmedim. Ancak tüm bu davranış değişikliği konularına ne kadar aşina olursam, parazitlerin yapması gereken bariz bir şey gibi göründü," diyor Lafferty. "Bir şeyler yapmak için iyi bir konumdalar. Prozac gibi basit bir molekülü düşünün. Şans eseri bir nörotransmitter salgılamak çok basit."

Lafferty, şans eserinin killifish'i etkileyip etkilemediğini belirlemesi için öğrencisi Kimo Morris'i görevlendirdi. Lafferty kırk iki balık topladı, laboratuvara getirdi ve yetmiş beş galonluk bir akvaryuma attı. Morris günlerce balığa baktı. Birini seçer ve yarım saat ona bakar, yaptığı her hareketi kaydederdi. İşi bittiğinde, balığı dışarı çıkarır ve beyninin parazitlerle dolu olup olmadığını incelemek için parçalara ayırırdı. Ve sonra başka bir killifish üzerinde meditasyon yapardı.

Çıplak gözle görülemeyen şey, verilerden sıçrayarak çıktı. killifish araması olarak

avlanmak ve etrafta fırlamak arasında gidip gelirler. Ama ara sıra, Morris bir tarafa doğru yüzerken yalpalayan, sarsılan, karnını sergileyen ya da yüzeye yakın fırlayan bir balık görürdü. Bunlar, bir kuş suyu tarıyorsa, balık için riskli şeyler olabilir. Ve Morris'in nöbeti, içlerinde parazit bulunan balıkların, sağlıklı muadillerine göre dört kat daha fazla yalpalama, sarsılma, parlama ve yüzeye çıkma olasılığının olduğunu ortaya çıkarmıştı. O zamandan beri Lafferty, parazitlerin ev sahiplerini nasıl dans ettirdiğini anlamak için bir moleküler biyologla birlikte çalışıyor. Şans eserinin, sinirlerin büyümesini engelleyebilen fibroblast büyüme faktörleri olarak bilinen güçlü moleküler sinyalleri pompalayabildiğini bulmuşlardır. Parazitin Prozac'ı olabilirler.

Lafferty, bu manipülasyonun tuz bataklığı ekolojisi üzerinde nasıl bir etkisi olduğunu görmeye karar verdi. "Davranışın farklı olduğunu gördüğümüzde, bunu saha deneylerinin takip etmesi gerektiği açıktı" diyor. Lafferty, Morris'in alışılmadık bir davranış olarak algılayabileceği şeyin, bir balığın bir kuş tarafından yenilmesi ihtimalinin gerçekten daha yüksek olup olmayacağını görmek istedi - ve bir kuş laboratuvar kafesine tıkılıp değil, bir kuş başka bir bataklığa uçmak için özgürse. çok eğimli. O ve Morris, her ikisi de gökyüzüne açık ve bir tarafı kıyıyla aynı hizada olan bir dizi kümes kurdular, böylece balıklar kaçamaz, ancak kuşlar kolayca ağıllara konabilir veya içine dalabilirdi. Her iki bölmeyi de hastalıklı titreyen balıklar ve sağlıklı balıklarla doldurdular ve birini kuşlardan korumak için ağla kapattılar.

İki gün boyunca kuşların onlarla uğraşıp uğraşmayacağını bilmeden ağılları izlediler. Sonra büyük bir ak balıkçıl, sanki derin düşüncelere dalmış gibi ağır adımlarla açık ağıla girdi. Çamurlu suya baktı ve birkaç kez vurdu, son kez bir killifish çıkardı.

Üç hafta sonra, Lafferty ve Morris balıkları kümeslerden topladı. Kafataslarının içine bakmaları için onları laboratuvara geri getirdiler. Sonuçlar, Morris'in balık gözleminden bile daha keskindi: Kuşların savrulan, parazitlenmiş balıklardan birini seçme olasılığı dört kat değil, otuz kat daha fazlaydı. Ya gözleri Morris'inkinden çok daha keskindir ya da belki de o kadar tembeldirler.

Fakat kuşlar, bağırsak parazitini neredeyse garantiye alırken neden bu kadar çok hasta balığı toplasınlar? Şanslar kuşlara zarar verir, ancak nispeten küçüktür. Ne de olsa kuşun uçabilecek kadar sağlıklı olması parazitin çıkarınadır, böylece paraziti kolonize edebileceği diğer tuzlu bataklıklara taşıyabilir. Kuş, enfekte killifish'ten titizlikle kaçınırsa, sağlıklı kalabilir ama aynı zamanda aç da kalır. Parazitler, kendilerine o kadar çok yiyecek sağlarlar ki, faydaları, maliyetlerinden çok daha ağır basar.

Armand Kuris, eski öğrencisinin bulduğu şey karşısında şaşkına döndü. "Beni hayrete düşüren şey, yırtıcı hayvanlara duyarlılığı otuz kat artırdıkları şeklindeki muhafazakar tahmindi. Otuz kez. Şimdi geri çekiliyorum ve etrafta uçuşan kuşlara bakıyorum ve düşünüyorum: Yiyeceklerini bulmaları otuz kat daha zor olsaydı, o kuşları orada tutabilir miydik? Davranış değişikliğinin sadece harika bir hikaye olduğunu düşünmekten, gerçekten güçlü olduğunu düşünmeye başlamamı sağlayan şey buydu - su kuşu ekolojisinin büyük bölümünü yönetiyor olabilir. Kuşlarda bundan başka bir şey var mı?"

Bu tür bir güç, Kaliforniya sahilindeki bir tuz bataklığıyla sınırlı değil. İki bin

Carpinteria tuz bataklıklarından kilometrelerce uzakta, ekolojist Greta Aeby, Hawaii'nin mercan resifleri boyunca tüplü dalış yapıyor. Mercanlar aslında hayvan kolonileridir, her biri sert kireçli bir yapı iskelesine yerleştirilmiş yumuşak bir poliptir. Polip, yiyecekleri filtrelemek veya yumurtlamak için deniz suyuna uzanabilir, ancak daha sonra zırhının güvenliğine geri çekilir. Podocotyloides stenometra adlı bir deniz kelebeği, yaşamına resif çevresinde yaşayan istiridyelerin içinde başlar; sonra döngüsünün bir sonraki aşaması için mercan poliplerini istila eder. Oradan mercanları otlatan kelebek balıklarının bağırsaklarına girmesi gerekiyor. Kelebek balıkları, donuk kahverengi dış iskeletlerinin üzerinde açığa çıkan poliplerin küçük etlerini kemirmek için çok çaba sarf etmek zorundadır.

Bir parazit, bir sonraki konağının dikkatini çekmek için mercanı killifish gibi dans ettiremez. Ancak Aeby, Podocotyloides'in polipte aynı derecede etkili olan bazı değişiklikler yapmayı başardığını keşfetti . Şans mercanın içine girdiğinde, polip şişer ve normal kahverengisinden parlak pembeye dönüşür. Aynı zamanda, geri çekilmesini engelleyen bir kalsiyum karbonat dikenleri ağı oluşturur. Sonuç olarak, şişmiş parlak polip dışarı sarkarak onu geçen bir kelebek balığı için kolay bir seçim haline getirir.
Aslında Aeby, kelebek balıklarını sağlıklı ve parazitli mercanlarla dolu bir tanka koyduğunda, ısırıklarının yüzde 80'i hasta mercanlara yönelikti. Yarım saatte bir balık 340 kelebek yutabilir.

Ancak Aeby, ekosistemindeki ittifakların Lafferty'nin tuz bataklıklarında keşfettiklerinden farklı olduğunu bulmuştur. Bir killifish bir kuşa şans getirdiğinde, killifish bu süreçte ölür. Ancak mercanlar, klon kolonilerinden oluşur ve bir şans tarafından istila edilmiş tek bir polip öldüğünde, yerine sağlıklı bir yenisi gelir. Enfekte bir polip beslenemez veya çoğalamaz, bu nedenle bir şansın içinde iltihaplanmasına izin vermek, koloninin büyümesini yavaşlatan bir drenajdır. Bir kelebek balığı mercanı budarsa sağlıklı bir mercan kadar iyi performans gösterebilir. Hastalıklı poliplerinden kurtulmak mercanın avantajınadır, bu da mercanın aslında kelebek balıklarının fark etmesini kolaylaştırmak için renge veya sivri uçlara katkıda bulunduğu anlamına gelebilir. Lafferty, bir parazit ve onun son kuş konağının müttefik olduğu bir vaka buldu; Aeby burada, ara konakçı ile parazitin birlikte çalıştığı bir vaka bulmuştur.

Ekosistemlerde iş başında olan parazitleri keşfetmek, bir banka soygununu dehşet içinde izlemek ve ardından caddenin karşısına bakıp kameraları ve mikrofonlu mikrofonlarıyla bir film ekibini görmek gibi hissettirebilir. Şans eseri reklamları sayesinde, kuşlar yemeklerine yönlendiriliyor ve balıklar mercan poliplerini seçiyor. Bu etkileri ortaya çıkarmak zor bir iştir ve sadece birkaç örnek belgelenmiştir. Ancak bunlar, parazitlerin ekolojinin en eski kavramlarından bazılarını şüpheye düşürebileceğini önermek için yeterli. Yırtıcı hayvanların, en yavaş olanları ayıklayarak bir av sürüsünü sağlıklı tuttuklarını düşünme eğilimindeyiz. Lafferty'nin tuzlu bataklığında, hatta yırtıcı ve av, kurt ve geyik simgeleri arasında olan bu değil.

Kurtlar, dünyadaki en küçük tenyalardan biri olan Echinococcus granulosus'un son konakçılarıdır. Bir şerit şeridinden uzak, bir yetişkin olarak çeyrek inç uzunluğunda olursa şanslı. Son konağına çok fazla zarar vermez ama yumurtaları çok zararlı olabilir. Geyik gibi otçullar tarafından yenirler ve burada kendilerini yavaş yavaş otuz kişinin oturabileceği kistlere dönüştürürler. Önlerinde kemik yoksa büyümeye devam edecekler. Yanlışlıkla insanlara ulaştıklarında,

o kadar büyüdükleri biliniyor ki on beş litre sıvı ve milyonlarca yavru tenya içerdiler.

Tenyanın kistini oluşturmak için en sevdiği yerlerden biri akciğerlerdir. Bir geyik, akciğerlerinde birkaç tane taşıyabilir ve her biri bronşiyal tüplerini ve kan damarlarını yırtar. Sonuç olarak, kurtlar bir geyik sürüsünün üzerine geldiklerinde, yavaş, hırıltılı olanı seçip öldürme olasılıkları daha yüksektir. Hatta bu geyik tenyalarının, sıçan tenyalarının böcekleri cezbetmek için kullandıkları kokunun aynısını yaratması bile mümkündür. Bununla birlikte, geyik tenyaları, kokuyu dışkıda bırakmak yerine, ev sahiplerinin her nefesiyle aromalarını salabilirler. Her halükarda sonuç, tenya kurdu geyiğe getirir ki kurdun içine girebilsin. Sürünün seyrelmesi bir yanılsamadır, avcının hizmetine değil, yaşamı boyunca seyahat eden bir tenyanın yan etkisidir.

...

Lafferty'yi görmeye giderken, bir gece California, Riverside'da bir otelde durdum. Başlangıçta bir İspanyol göreviydi ve eşyalarımı boşalttıktan sonra eski tapınakların etrafında dolaştım, sarmaşıklar ve palmiyelerle çevrili gizli geçitleri keşfettim, sessiz taş avluyu geçtim. Kendimi tamamen yalnız hissederek odama geri döndüm. Şirket için televizyonu açtım. The X-Files'ın bir bölümü yayındaydı. Anlayabildiğim kadarıyla, bir FBI görevlisi birdenbire karamsarlaştı ve kimsenin telefonlarına cevap vermedi.
Başka bir ajan onu takip edip onunla yüzleştiğinde, asık suratlı adam onu yere fırlattı ve ağzını açarak yüzünü kendisine yaklaştırdı. Harika gıcırtı ve kayma sesleriyle, akrep benzeri bir yaratık boğazından çıktı ve diğer ajanın ağzına tırmandı.

Ondan sonra kendimi çok yalnız hissetmedim. Bazı televizyon senaristlerinin de aklında parazitler vardı. Parazitlerin birçok bilim kurgu romanının, filmlerin ve televizyon programlarının temelini oluşturduğu aklıma geldi. Ve bu parazitlerin tehlikeli oldukları gerçeği beni çok şaşırttı çünkü tıpkı parazitlerin gerçekte yapabildiği gibi ev sahiplerini manipüle edebiliyorlardı. Eve döndüğümde video kiralamaya başladım. Arkadaşlarıma söyledim ve bana izlemem gereken diğer filmleri, okumam gereken kitapları söylediler. Korkunç bir maraton olmalı.
Bulabildiğim en eski kayıt, Robert Heinlein'ın 1955 tarihli The Puppetmasters adlı romanıydı. Uzaylılarla dolu bir uzay gemisi, Satürn'ün uydusu Titan'dan yola çıkar ve Kansas City yakınlarına iner. Ancak içerideki uzaylılar, 1950'lerin standart tüysüz iki ayaklıları değil; insanların dikenlerine takılan denizanası benzeri canlılardır. Ev sahiplerinin kıyafetlerinin altına saklanarak beyinlerine girerler ve parazitleri gezegene yaymaya yardım etmeleri için onları zorlarlar. Onlara karşı mücadele biraz gülünç, hükümet herkesi bir uzaylı taşımadıklarından emin olmak için neredeyse çıplak dolaşmaya zorluyor.
Ordu nihayet parazitleri öldürebilecek bir virüs bulduğunda insanlık kurtulur ve kitap, parazitleri sonsuza dek yok etmek için Titan'a gitmek üzere Dünya'dan ayrılan bir uzay gemisi filosuyla kapanır. Sert, tuhaf bir kitap - okuduğum tek kitap "Ölüm ve Yıkım!"

Puppetmasters 1994'te oldukça vasat bir filme dönüştürüldü, ancak özü -insanların dev parazitleri barındırması kavramı- bir Hollywood kurumu haline geldi.
Parazitler, tıpkı Yunancada olduğu gibi, ortak dramatik dilimizin bir parçasıdır.

komediler Gişe rekorları kıran herhangi bir film, kimsenin fazla ezoterik görüneceğinden endişe duymadan planını parazitlere dayandırabilir. 1998'in en büyük filmlerinden biri olan Fakülte, başka bir gezegenden gelen parazitlerin öğretmen ve öğrencilerin bedenlerini ve zihinlerini ele geçirdiği bir lisede geçiyor. Bu tesadüfi şeyler dokunaçlar ve filizler çıkarır ve kendilerini ağızları veya kulakları aracılığıyla yeni konakçılarına çekerler. Ev sahipleri, bitkin öğretmenlerden ve somurtkan, şiddet yanlısı çocuklardan, paraziti yeni ev sahiplerine yaymaya çalışan, gözleri donuk, dürüst vatandaşlara dönüşür. Dünyayı işgalden kurtarmak okulun çeşitli kaybedenlerine -uyuşturucu satıcıları, inekler ve terkler- kalmış.

Parazitler sinemadaki ilk çıkışlarını neredeyse yirmi yıl önce, 1979 yapımı Alien filminde yaptılar. Cevher taşıyan bir uzay gemisi, cansız bir gezegendeki kazayı araştırmak için durur. Mürettebat, acımasız bir saldırıda yok edilmiş bir uzaylı gemisi keşfeder ve yakınlarda bir grup yumurta bulurlar. Mürettebattan biri, Kane adında bir adam, yumurtalardan birine yakından bakar ve içinden yengeç benzeri dev bir şey fırlayarak yüzüne kenetlenir ve kuyruğunu boynuna sarar. Mürettebat arkadaşları onu canlı ama komada olarak gemilerine geri getirir. Geminin doktoru şeyi ondan çıkarmaya çalıştığında, kuyruğunu Kane'in boynuna doluyor. Ertesi gün ortadan kayboldu ve Kane iyi görünüyor. Ayağa kalkar ve iştahla yer, görünüşe göre normaldir. Elbette hiçbir film canavarı öylece ortadan kaybolmaz. Bu, Kane'in midesini yiyor ve çok geçmeden aniden karnını tutuyor, kıvranıyor ve çığlık atıyor ve küçük, yumru kafalı bir uzaylı derisini delip dışarı fırlıyor. Tırtıl için asalak yaban arısı neyse, insanlar için de bu uzaylı öyledir.

Alien , Hollywood'u parazitler için güvenli hale getirmiş olabilir, ancak kavramsal ayak işlerinin çoğu, dört yıl önce, David Cronenberg tarafından yönetilen, Shivers adlı düşük bütçeli, az izlenen bir filmde çoktan başarılmıştı. Film, Montreal'in dışındaki bir adada yer alan çok katlı, kusursuz bir bina olan Starlight Adası'nda geçiyor. Binanın reklamında rahatlatıcı bir dış ses, "Hayatta sessiz ve rahat bir şekilde yelken açın" diyor. Ancak izole edilmiş sessizlik ve rahatlık, tasarlanmış bir parazit tarafından yok edilir. Hobbs adlı birinin işi. Dr. Hobbs başlangıçta organ nakillerinde rol oynayabilecek parazitler yaratmaya koyuldu. Bir parazit, bir kişinin dolaşım sistemine bağlanabilir ve örneğin bir böbrek gibi kanı filtrelerken, kendisini canlı tutmak için sadece çok az miktarda kan alabilir. Ancak Dr. Hobbs'un da gizli bir gündemi vardır: İnsanın çok düşünen bir hayvan olduğuna karar vermiştir ve dünyayı dev bir seks partisine dönüştürmek istemektedir. Bu amaçla, kombine bir afrodizyak ve zührevi hastalık olacak bir yaratık tasarlar: ev sahiplerini cinsel açıdan aç gözlü hale getirecek ve seks sırasında yayılacak bir parazit.

Bunu, ilişkisi olduğu genç bir kadına, Starlight Adası'nda yaşayan bir kadına yerleştirir. Binadaki diğer adamlardan bazılarıyla yatar ve paraziti yayar. Bir çocuğun ayağı büyüklüğünde, güdük bir solucan, insanların bağırsaklarında yaşar ve bir öpücük sırasında ağızdan ağza geçer. İnsanları apartmanlarda, çamaşırhanelerde, asansörlerde birbirlerine saldıran cinsel canavarlara dönüştürüyor. Tecavüz, ensest ve diğer her türden ahlaksızlık patlak verir.

Starlight Island'ın doktoru, filmin çoğunu parazitin yayılmasını durdurmaya çalışarak geçirir. Bir noktada hemşiresine (ve kız arkadaşına) saldıran bir adamı vurması gerekir ve onlar bodruma kaçarlar. Orada korkarak hemşire ona önceki gece yaşlı bir adamla seviştiği bir rüya gördüğünü söyler. Yaşlı adam

ona her şeyin erotik, her şeyin cinsel olduğunu, "bu hastalığın iki yabancı tür yaratığın birbirine olan sevgisi olduğunu" söyledi. Bunun üzerine ağzında yayılmaya hazır bir parazitle doktoru öpmeye çalışır. Onu bayılttı. Binadan kaçmaya çalışır, ancak enfekte ev sahibi orduları onu arar ve binanın yüzme havuzuna sokar. Hemşiresi oradadır ve sonunda ona ölümcül bir öpücük verir.

O gecenin ilerleyen saatlerinde, tüm sakinler paraziti ve onun kargaşasını şehrin her yerine yaymak için garajdan çıkar ve adayı terk eder.

Bu filmleri izlerken, biyolojik gerçekliği korku filmine çevirmenin ne kadar kolay olduğunu görünce çok etkilendim. Alien'daki yaratık, asalak yabanarıları üzerinde çalışan entomolog için hiç de şaşırtıcı değil. Heinlein, parazitlerin ev sahiplerinin davranışlarını ele geçirebileceklerini bilmiyor olabilir, ancak kontrollerinin özünü çiviledi. Shivers'daki parazitlerin insanlara seks yaptırarak kendilerini yayabilmeleri saçma görünebilir, ancak gerçek parazitlerin yaptıklarından daha saçma değildir. Daha önce bahsettiğim, sinekleri enfekte eden ve akşamları onları çimlere tırmanmaya zorlayan mantar, aslında kendini yaymak için ikinci bir numara kullanıyor. Konağının cesedini cinsel bir mıknatıs haline getirir. Sinekle ilgili bir şey - mantarın kendisinin neden olduğu bir şey - onu enfekte olmamış erkek sinekler için karşı konulmaz kılar. Canlı sineklere tercih ederek onunla çiftleşmeye çalışacaklar. Cesedi okşarlarken sporlarla kaplanırlar. Öldüklerinde kendileri karşı konulamaz hale gelirler. Birisi ne zaman filmini yapacak?

Tabii ki, bu parazitler sadece parazitlerden daha fazlasıdır. Cronenberg , Shivers'ta bunları modern hayatın mülayimliği altında gömülü olan cinsel gerilimi ortaya çıkarmak için kullanıyor. Fakülte'de parazitler , sadece yabancıların savaşabileceği, lisenin sersemletici uyumluluğunu temsil eder. Ve McCarthyci ellilerde yazılan The Puppetmasters'da parazitler Komünizm'dir: Sıradan görünen insanların içinde saklanırlar, Amerika Birleşik Devletleri'nde sessizce yayılırlar ve ne pahasına olursa olsun yok edilmeleri gerekir. Bir noktada anlatıcı şöyle diyor: "Titanların [anlatıcının uzaylılara verdiği isim] neden önce Rusya'ya saldırmadıklarını merak ediyorum; Stalinizm onlar için biçilmiş kaftandı. İkinci kez düşündüğümde, sahip olup olmadıklarını merak ettim. Üçüncü kez düşündüğümde, bunun ne fark yaratacağını merak ettim; Perdenin arkasındaki insanların zihinleri köleleştirilmişti ve parazitler üç kuşaktır onları yönetiyordu."

Ancak tüm bu çalışmaların ortak bir yanı var: evrensel, derin bir parazit korkusu üzerinde oynuyorlar. Bu korku yeni ve bu nedenle ilginç . Asalaklara aşağılanarak davranıldığı, toplumun ilerlemesine engel olan istenmeyen, zayıf unsurları temsil ettikleri bir zaman vardı. Şimdi parazitler zayıftan güçlüye gitti ve şimdi korku hor görmenin yerini aldı.

Psikiyatristler sanrılı parazitoz adını verdikleri bir durumu gerçekten tanıyorlar - parazitlerin saldırısına uğrama korkusu. Hitler ve Drummond gibi insanlar tarafından kullanılan eski asalak mecazları, biyolojilerinde dikkat çekecek kadar kesindi. Ve Alien ve The Fakülte gibi filmlere bakılırsa, yenisi de öyle. Bu sadece öldürülme korkusu değil; kendi zihnimiz dışında başka bir şey tarafından içeriden kontrol edilme, başka bir şeyin amaçları için kullanılma korkusudur. Bir tenya tarafından kontrol edilen bir un böceği olma korkusu.

Parazitlerin bu kesin dehşetinin kökleri, şimdi onlarla olan ilişkimizi nasıl gördüğümüzde yatmaktadır.

doğal dünya On dokuzuncu yüzyıldan önce, Batı düşüncesi insanları, Tanrı tarafından Tekvin'in ilk haftasında ilahi bir ruhla yaratılmış, hayatın geri kalanından farklı görüyordu. Bilim adamları bedenlerimizi maymunlarınkiyle karşılaştırdıkça ve farklılıkları oldukça küçük buldukça, bu ayrım çizgisini sabit tutmak daha da zorlaştı. Ve sonra Darwin bunun nedenini açıkladı: İnsanlar ve maymunlar, tüm yaşam gibi ortak atadan akrabadır. Yirminci yüzyıl, kemiklerden ve organlardan hücrelere ve proteinlere kadar, onun kavrayışına ince bir ayrıntı kazandırdı. DNA'mız şempanzelerinkinden sadece bir ton farklı. Ve bir şempanze, kaplumbağa ya da bofa balığı gibi, çatırdayan nöronlardan ve akan nörotransmitterlerden oluşan beyinlerimiz var. Bu keşifler onlara bir açıdan bakarsanız biraz rahatlık verebilir: Meşe ve mercan resifleri kadar biz de bu gezegene aitiz ve yaşam ailesinin geri kalanıyla daha iyi geçinmeyi öğrenmeliyiz.

Ama onlara başka bir şekilde bakın ve korku getiriyorlar. Copernicus, Dünya'yı evrenin merkezinden çıkardı ve artık ezici bir boşlukta sulu bir tane üzerinde yaşadığımız gerçeğini kabul etmeliyiz. Darwin gibi biyologlar da benzer bir şey yaparak insanlığı canlılar dünyasındaki ayrıcalıklı konumundan -biyolojik bir Kopernikçilik- çıkardılar. Hâlâ diğer hayvanlardan üstünmüşüz gibi davranarak yaşıyoruz, ama biliyoruz ki biz de bir melek tarafından değil, kimyasal sinyallerle uyum içinde tutulan, birlikte çalışan hücreler topluluğuyuz. Bir organizma bu sinyalleri kontrol edebiliyorsa - parazit gibi bir organizma - o zaman bizi de kontrol edebilir. Parazitler bize yiyecek ya da belki bir araç olarak soğuk bakıyorlar. Bir uzaylı, bir sinema oyuncusunun göğsünden fırladığında, parlak yaratıklardan daha fazlasıymışız gibi yapmacık tavırlarımızı delip geçer. Doğanın kendisi patlıyor ve bizi korkutuyor.

5

İçe Doğru Büyük Adım

Krallar ve asalakların nereden ortaya çıktığını düşünüyorsun?

—Percy Bysshe Shelley, Kraliçe Mab

Pennsylvania Üniversitesi'nde milyarlarca yıllık sırlar var, ancak bunlar David Roos adlı bir biyoloğun laboratuvarında gözden uzak bir şekilde saklanıyor. Yumuşak bir Philadelphia göğünün güneş ışığı, yüksek pencerelerden, Roos'un yüksek lisans öğrencilerinin kiraz rengi sıvılarla dolu şişeleri mikroskopların altına koyduğu, bilgisayarlarda verileri yoğurduğu, test tüplerindeki pipetleri tıklattığı ve inkübatör odalarında, soğuk odalarda çalıştığı laboratuvara akıyor. sıcak odalar. Yukarıda, güneş ışığı raflardaki sarmaşıklara ve aloe bitkilerine vuruyor. Bitkiler yaz ışığını alır, her bir foton, kloroplast adı verilen mikroskobik, damla şeklindeki bir yapının yüzeyine düşer. Bir kloroplast aslında güneş enerjisiyle çalışan bir fabrikadır. Karbondioksit ve su gibi ham maddelerden yeni moleküller üretmek için ışığın enerjisini kullanır. Yeni moleküller kloroplastlardan yuvarlanır ve bitkiler tarafından yeni kökleri filizlendirmek ve raf boyunca yeni sensörler göndermek için kullanılır. Altlarında, Roos'un öğrencileri harıl harıl çalışıyor, bir parazitin gizli biyokimyasını keşfediyor ve sanki içlerinde güneşde bir tür entelektüel fotosentez yapıyormuş gibi bilimsel makaleler yayınlıyor. Böyle bir zamanda, böyle bir yerde, antik tarihi düşünmeye kimin vakti var?

David Roos, laboratuvarı merkezde bulunan bir ofisten yönetiyor. Kıvırcık siyah saçları ve yontulmuş ön dişi olan genç bir adam. Soğukkanlı ve rahatlatıcı bir şekilde konuşuyor, cevapları eldeki konudan ileri geri referanslarla paragraflar ve sayfalar halinde yayılıyor ve düşüncelerini toplamak için neredeyse hiç duraksamıyor. Ziyaret ettiğim güneşli günde, kendi beyninde binlercesi bulunan parazit Toxoplasma gondii'yi incelemeye nasıl geldiğini anlatıyordu bana . Tepegöz, Roos'un üniversitede bir sanat öğrencisi olarak geçirdiği günleri hatırlatan, karakalem insan figürlerinin çizimleridir. Bu, liseden sonra bir bilgisayar programcısı olarak çalıştıktan sonra geldi - "Bir programcı olarak çok eğlendiğim ve çok para kazandığım için üniversiteye gitmeyeceğimi düşünmüştüm, ama bu oldukça çabuk eskidi" - ve öncesinde Roos biyoloji aldı. Biyoloji okumaya başladığında parazitler üzerinde çalışmayı düşündü. "Biyolojik olarak, bir organizmanın diğerinden, özellikle de başka bir hücrede nasıl hayatta kaldığından daha ilginç bir soru yoktur? Ancak bir yüksek lisans öğrencisi olarak etrafa baktım ve birkaç laboratuvarla konuştum ve sistemler çok arkaik görünüyordu.

Bununla Roos, parazitologların hayvancılıkta diğer biyologlardan daha zor zamanlar geçirdiklerini kastediyordu. Hayvanların döllenmiş yumurtalardan nasıl geliştiğini inceleyen birçok bilim insanı, örneğin meyve sineğini inceler. Bir sinekte ilginç bir mutasyon bulurlarsa, hepsi aynı mutasyonu taşıyan bir diziyi nasıl üreteceklerini biliyorlar; mutasyona uğramış geni izole edecek, o geni kapatacak veya farklı bir versiyonla değiştirecek araçlara sahipler.
Bu araçlarla biyologlar, tek bir hücreyi dönüştüren etkileşimler ağının haritasını çıkarabilirler.

soylu bir böceğe dönüştü. Ancak parazitologlar, laboratuvarda parazitleri canlı tutmak için mücadele ediyor ve ilginç suşların üretilmesi genellikle imkansız. Meyve sineği biyologlarının emrinde dev bir alet çantası var. Parazitologlar kırık bir çekiç ve dişsiz bir çekiçle mahsur kaldılar.
testere.

Hayal kırıklığı Roos'a çekici gelmedi, bu yüzden lisansüstü okulda virüsler ve daha sonra memeli hücreleri üzerinde çalışmaya başladı. Çalışması iyi sonuç verdi ve ona Penn'de bir iş buldu, ancak o zamana kadar çalışacak yeni bir şey istedi. Parazitlerden uzak durduğu yıllarda, diğer araştırmacıların parazitleri meyve sinekleri gibi kullanmakta bazı erken başarılar elde ettiğini öğrendi. Bir parazit özellikle ümit verici görünüyordu: Toxoplasma. Yakın akrabası Plasmodium'un (sıtmaya neden olan parazit, kısır bir kırmızı kan hücresini birkaç saat içinde eve çevirebilen sofistike bir yaratık) kaşesine sahip olmayabilir , ancak laboratuvarda yaşaması iyi görünüyordu. Belki de proteinlerinin çoğu benzer şekilde çalıştığı için sıtma için bir model görevi görebilir. Roos, "Belki de çok safça, insanların geçmişte Toxoplasma üzerinde çalışmamasının nedenlerinden birinin bunun oldukça sıkıcı olması olduğunu düşündüm ," dedi. "Herkes gibi, biyologlar da seksi konular üzerinde çalışmayı severler. Ama belki de bu organizma çok sıkıcıysa - yani aşağı yukarı aşina olduğumuz şeylere benziyorsa - genetik araçlar geliştirmek için tekerleği tamamen yeniden icat etmeyi gerektirmez."

Roos araçları oluşturmaya başladı ve başarıyı sinir bozucu derecede basit buldu. "Bazı insanlar laboratuvarımda altın ellerimiz olduğunu düşünüyor, ama aslında biz kolay bir organizma üzerinde çalışıyoruz" diyor. Laboratuvarı, paraziti mutasyonlarla nasıl çözeceğini, bir geni yenisiyle nasıl değiştireceğini, paraziti nasıl eskisinden daha net göreceğini öğrendi.
Birkaç yıl içinde araçlarını Toxoplasma'nın hücreleri tam olarak nasıl işgal ettiği veya neden bazı ilaçların Toxoplasma ve Plasmodium'u öldürürken parazitlerin diğerlerine direnmeyi başardığı gibi sorular sormak için kullanmaya başladılar .

1993 yılında Roos, klindamisin adı verilen ve her iki paraziti de öldüren bir ilaç üzerinde çalışmaya başladı. Yine de sıtmayı iyileştirmek için kullanılmaz, çünkü Plasmodium'u öldürmek çok uzun sürer; bunun yerine, yıllarca yan etki olmadan kullanabilecekleri bir ilaca ihtiyaç duyan AIDS kurbanlarında esas olarak Toksoplazmaya karşı kullanılır . Roos, "Klindamisinle ilgili komik olan şey, işe yaramaması gerektiğidir," diyor.

Klindamisin aslında çoğunlukla bakterileri öldürmek için bir antibiyotik olarak kullanılır ve bunu bakterilerin ribozomlar olarak bilinen protein oluşturan yapılarını tıkayarak yapar. "Ökaryot hücreler oldukça farklı ribozomlara sahiptir ve klindamisin bunlara müdahale etmez ki bu iyidir çünkü aksi halde sizi öldürürdü. Onu iyi bir ilaç yapan da budur.
Toxoplasma , bu adamlar bakteri değil. Çekirdekleri var, mikondrileri var.” (Mitokondriler, ökaryot hücrelerin enerjilerini ürettikleri bölmelerdir.) "Bakterilerden çok seninle ve benimle akraba oldukları açık."

Yine de klindamisin, Toxoplasma ve Plasmodium'u da öldürür. Onları nasıl öldürdüğünü kimse bilmiyordu. Bilim adamları, parazitlerdeki normal ribozomları etkilemediklerini biliyorlardı.
Ancak ökaryotlar ayrıca mitokondrilerinde diğerlerinden farklı birkaç ekstra ribozom taşırlar. Mitokondri, diğer şeylerin yanı sıra kendi ribozomlarını oluşturmak için kullandıkları kendi DNA'larını taşır. Yine de araştırmacılar, klindamisinin mitokondri ribozomlarını da zarar görmeden bıraktığını buldular.

Roos, Toxoplasma'nın aslında üçüncü bir DNA setine sahip olduğunu hatırladı. 1970'lerde bilim adamları, çekirdeğine veya mitokondrilerine ait olmayan bir gen çemberi keşfettiler. Bu yetim DNA, üçüncü bir ribozomun tarifini içeriyordu. Belki de, diye düşündü Roos, klindamisinin üçüncü ribozoma saldırdığını ve bu süreçte parazitleri öldürdüğünü düşündü. O ve öğrencileri DNA çemberini yok ettiler ve gerçekten de Toxoplasma'nın onsuz hayatta kalamayacağını keşfettiler.

Ama bu gen halkası tam olarak neydi? Roos ve öğrencileri, parazitin çekirdeğinin yakınında yüzen bir yapının içinde oturduğunu keşfettiler. Geçmişte, bilim adamları yapıya birçok isim vermişlerdi - Küresel Gövde, Golgi Eklentisi, Çok Zarlı Vücut - bunların hepsi, onun ne için olduğunu bildiklerini düşünmenize neden olabilir. Yapmadılar.

Roos artık bunun Toxoplasma'yı klindamisine karşı savunmasız hale getiren genleri barındırmak için olduğunu biliyordu . Ancak genlerin yaptığı ribozomun ne işe yaradığını henüz bilmiyordu. Biraz fikir edinmek için, genleri Toxoplasma ve diğer mikroplardaki diğer genlerle karşılaştırdı . Bulduğu en yakın eşleşme, Toxoplasma'nın çekirdeğindeki veya mitokondrisindeki genler arasında değildi. Bitkilerdeki kloroplastlardı, laboratuvar raflarındaki bitkileri büyüten güneş enerjisiyle çalışan fabrikalardı. Roos, "Yeşil bir bitki gibi tüm dünyayı arıyorlar" diyor.

Roos, Toxoplasma ve Plasmodium'un bizim gibi yaşamalarına rağmen nasıl bakteri gibi öldüklerini çözmeyi ummuştu . Şimdi bir bilmeceyi diğeriyle değiştirmişti: Sıtma nasıl sarmaşığın kuzeni olabilir?

...

Lankester gibi on dokuzuncu yüzyıl biyologlarına göre, parazitler yozlaşma yoluyla şimdiki hallerine geldiler. Evrimleri, enerjik, özgür yaşayan bir varoluşu mümkün kılan tüm adaptasyonların terk edilmesinin, kaşıkla beslenen bir akşam yemeğine razı olmanın, kayıp hikayeleriydi. Bu yüzyılda, bu yozlaşma kavramı askıda kaldı; Onlarca yıldır evrimci biyologlar, uçuşun kökeni veya beynin sarılması gibi destanlarla karşılaştırıldığında parazit evrimi öyküsünün üzerinde düşünmeye değer olmadığını düşündüler. Ancak Trichinella'nın ev sahibine kaslarında bir yuva yaptırabilmesi, Sacculina'nın erkek bir yengeci anne yapması, kan parazitlerinin kanla görünmez hale gelmesi, bunların hepsi evrimin ürettiği adaptasyonlardır. Birçok parazitologun asıl işi evrim değildir; bugün yaşadıkları gibi parazitleri inceliyorlar. Ve yine de, evrim onların işine dirsek dirseğiyle giriyor.

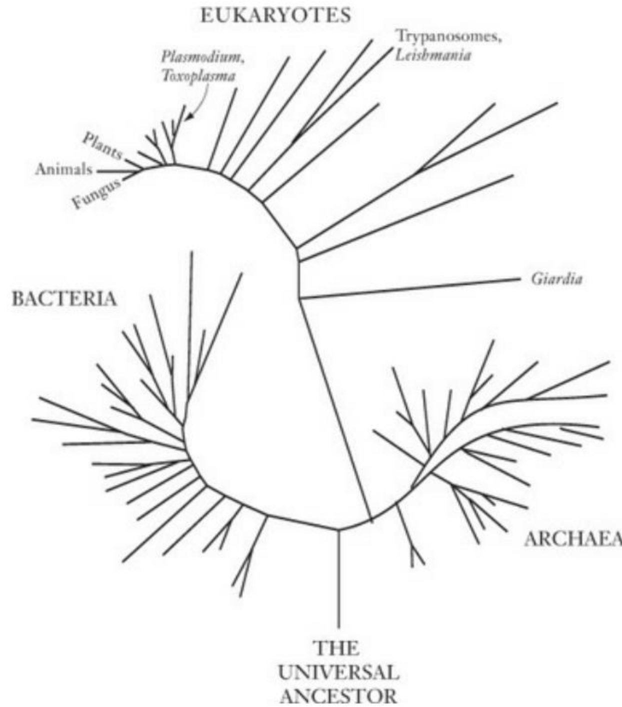
David Roos'un durumu böyle: Bugün Toxoplasma'nın ne olduğunu ve sıtmanın nasıl yeşil bir hastalık olduğunu anlayabilmesinin tek yolu , yüz milyonlarca yıl geriye gitmek. Bu tür tarihler, özgür yaşayan hayvanlarınki kadar büyüleyici. 4 milyar yıl geriye giden yaşamın geri kalanının evrimi ile iç içe geçmiş durumdalar. Aslında parazitlerin tarihi, büyük ölçüde yaşamın tarihidir.

Bu tarihi yeniden inşa etmek kolay değil. Parazitler yumuşacık veya gevrek olma eğilimindedir - fosiller için iyi sonuç vermeyen iki durum. Birkaç milyon yılda bir, asalak bir yaban arısı bir kehribar damlasına rastlayabilir veya asalak bir deniz midyesi tarafından dişileştirilmiş bir erkek yengeç , transseksüel fosilini geride bırakabilir, ancak parazitlerin çoğu

konakçılarının çürüyen dokuları. Yine de, kayaların yaşam tarihine ilişkin ipuçları üzerinde tekeli yok. Evrim uçsuz bucaksız bir ağaç oluşturmuştur ve biyologlar bugün onun yapraklı uçlarını inceleyebilirler. Orada buldukları biyolojik özellikleri karşılaştırarak dalların kıvrımlarına, ağacın dibine kadar işleyebilirler.

Biyologlar hangi türlerin birbiriyle en yakın akraba olduğunu bularak bu ağacın dallarını çizerler. Yakın mirasları, ortak bir atadan diğer türlerden daha yakın bir zamanda ayrılmış olmaları gerektiğini gösteriyor. Bu akrabalığı görmek için biyologlar, organizmalar arasındaki benzerliklere ve farklılıklara bakarlar ve hangilerinin ortak atadan mı yoksa evrim yanılsamalarından mı kaynaklandığına karar verirler. Bir ördek, bir kartal ve bir yarasanın hepsinin kanatları vardır, ancak ördek ve kartal çok daha yakından ilişkilidir. Kanıt kanatlarındadır: Kuşlarda kaynaşmış bir elden sarkan tüylerden oluşurlar; bir yarasanın uzun parmaklarının üzerine gerilmiş zarları vardır. Yarasaların kıllı olmaları, genç yaşta doğurmaları ve onları sütle beslemeleri, kanatlarına rağmen aslında bizimle ve diğer memelilerle bir kuştan daha yakın akraba olduklarını gösteriyor.

Et ve kemik ancak bu kadarını söyleyebilir. Örneğin, yarasaların primatlara mı yoksa ağaç farelerine mi daha yakın kuzenler olduğunu kesin olarak söylemiyorlar. Ve eti veya kemiği olmayan organizmalar için hiç bir şey söylemezler. Bu sessizlik, son yirmi beş yılda biyologları kanatlar veya boynuzlar yerine organizmaların proteinlerini ve DNA'larını karşılaştırmaya itti. Bilgisayarların yardımıyla genleri nasıl sıralayacaklarını ve karşılaştıracaklarını öğrendiler. Bu yaklaşım kendi tuzaklarını da beraberinde getirir: genler



Birkaç parazitin evrimsel konumunu gösteren hayat ağacı (Pace'in izniyle uyarlanmıştır, 1998)

bazen et ve kemik kadar kafa karıştırıcı ağaçlar yaratabilirler - ancak geçici olsalar da, biyologların tüm yaşamı ilk kez büyük bir göz taramasıyla aramasına izin verdiler.

Ağacın tabanı yaşamın kökenini temsil eder. Tabana en yakın dalları işgal eden organizmaların çoğu, bugün genellikle hidrotermal menfezlerin etrafında, kaynar suda yaşıyor. Bu, yaşamın 4 milyar yıl önce böyle bir yerde başlamış olabileceğini düşündürmektedir. Gen benzeri moleküller, küçük yağlı kapsüllerin içinde veya deliklerin kenarlarını kaplayan yağlı filmlerin içinde toplanmış olabilir. Milyonlarca yıl sonra, ilk gerçek organizmalar, duvarlarının içinde serbestçe yüzen genler taşıyan bakteri benzeri şeyler oluştu. Bu bakteriyel başlangıçlardan yaşam, ayrı soylara ayrılmaya başladı. Archaea, temel olarak bakteri benzeri bir yaşamı sürdürürken, üçüncü bir dal -DNA'ları bir çekirdek içinde sımsıkı toplanmış ve güçleri mitokondriden gelen ökaryotlar- büyük ölçüde farklı bir biçim aldı.

Parazitler, kelimenin geleneksel tanımına göre (sıtma ve uyku hastalığına neden olan, bağırsaklara ve karaciğerlere tıka basa dolup taşan, tırtıllardan ev sahipleri dev doğum günü pastalarıymış gibi fışkıran canlılar), hepsi ökaryot kısımdaki dallarda otururlar. ağacın Diğer ökaryotların içindeki biri için denizde veya karada bir yaşamı terk ettiler. Bizden geniş evrimsel uçurumlarla ayrılmış organizmaları içerirler - iki milyar yıldan fazla bir süre önce, ökaryotlar çağının şafağında kendi ayrı kaderlerine ayrılan tripanozomlar ve Giardia . Parazitler arasında mantarlar ve bitkiler gibi çok daha yakın akrabalar da vardır. Kan kelebekleri ve eşek arıları gibi parazit hayvanlar, öpüşen kuzenlerimizdir. Asalaklık, soyların bağımsız olarak benimsediği ve yüz milyonlarca yıldır son derece karlı bulduğu bir yaşam tarzı olan ökaryot alanına dağılmıştır.

Yine de bu ağaç , parazitin geleneksel tanımının ne kadar sığ olduğunu da açıkça ortaya koyuyor . İsim neden hayatın üç büyük dalından birinde bulunan organizmalarla sınırlandırılmalıdır? On dokuzuncu yüzyıl biyologları bulaşıcı bakterileri parazit olarak adlandırmakta haklıydılar. Tıpkı bazı ökaryotların özgür yaşamı terk etmesi gibi, Salmonella ve Escherichia coli gibi bazı bakteriler de serbest yaşamı terk ederken, diğer bakteriler okyanuslarda, bataklıklarda ve çöllerde, hatta Antarktika buzunun altında bile bağımsızlıklarını sürdürdüler.
Fark sadece soyağacındadır, yaşam tarzında değil.

Ve bu parazit tanımı bile çok dar görüşlü. Örneğin bu ağacın hiçbir yerinde grip virüsü bulamıyorsunuz. Bunun nedeni, virüslerin tam anlamıyla canlı şeyler olmamasıdır. İç metabolizmaları yoktur ve kendi başlarına çoğalamazlar. Hücrelerin içine girmek için gerekli teçhizatı içlerinde taşıyan ve daha sonra hücrenin kendi mekanizmasını kullanarak kendilerinin kopyalarını oluşturan protein kabuklarından başka bir şey değildirler. Yine de virüsler, kan parazitleri gibi yaratıklarda bulabileceğiniz aynı türden parazitik özelliklere sahiptir - ev sahiplerinin pahasına gelişirler, bağışıklık sisteminden kaçmak için aynı numaralardan bazılarını kullanırlar ve hatta bazen ev sahiplerinin davranışlarını değiştirebilirler. yayılmalarını artırmak.

1970'lerde İngiliz biyolog Richard Dawkins, virüsleri daha az paradoks haline getirdi.
Virüsler geleneksel anlamda canlı olmayabilirler, ancak yaşamın temel görevini yerine getirirler: genlerini kopyalarlar. Dawkins, hayvanlar ve mikropların aynı şeyi yapmak için var olduğunu savundu. Vücutlarını, metabolizmalarını, davranışlarını genlerin kendilerini kopyalamak için yaptıkları araçlar olarak düşünmeliyiz. Bu anlamda insan beyninin, bir virüsün hücre içine girmesine izin veren protein kılıfından hiçbir farkı yoktur. Bu yaşam görüşü tartışmalıdır ve birçok biyolog, yaşamın önemini küçümsediğine inanır.

hayatın karmaşıklığı. Ama asalaklık söz konusu olduğunda çok iyi çalışıyor. Dawkins'e göre asalaklık, belirli bir pire veya dikenli solucanın yaptığı şey değildir. Parazitizm, bir DNA setinin başka bir DNA setinin yardımıyla - ve pahasına - kopyalandığı herhangi bir düzenlemedir.

Bu DNA, kendi genlerinizin bir parçası bile olabilir. İnsan genetik materyalinin devasa yığınları, içinde bulundukları vücudun iyiliği için hiç bir şey yapmazlar. Saç yapmazlar, hemoglobin yapmazlar, hatta diğer genlerin işlerini yapmalarına yardımcı olmazlar. Kendilerini genomun geri kalanından daha hızlı çoğaltmak için talimatlardan biraz daha fazlasını içerirler. Bazıları onları serbest bırakan ve sonra onları genlerinizin başka bir noktasına sokan enzimler üretir. Kısa süre sonra geride bıraktıkları boşluk, hasarlı DNA'yı arayan proteinler tarafından ziyaret edilir. İnsan genleri çiftler halinde geldiklerinden, bu proteinler hasar görmemiş kopyayı kılavuz olarak kullanabilir ve kaybolan esnemeyi yeniden inşa edebilir. Sonunda, sıçrayan DNA'nın iki kopyası vardır.

Bu dolaşan genetik malzeme parçalarına bazen bencil DNA veya genetik parazitler denir. Kendilerini çoğaltmak için konakçılarını - diğer genlerini - kullanırlar.
Daha geleneksel parazitler gibi, genetik parazitler de ev sahiplerine zarar verebilir. Kendilerini genomda rastgele yerlere yerleştirdikleri için hastalıklara neden olabilirler. Genetik parazitler, diğer genlerinden daha hızlı çoğalabildikleri için, insanlar da dahil olmak üzere birçok konakçının genomunu işgal ettiler.

Ebeveynler genetik parazitlerini çocuklarına aktarırlar ve bu nedenle bencil DNA'yı, ev sahiplerinin ortak atalarında yaşayan ortak ataların torunları olan ailelere ayırmak mümkündür. Genetik parazitlerin yükselen ve düşen kendi hanedanları vardır. Bir kurucu, yeni bir konakçının DNA'sında ilk kez ortaya çıktığında, konakçı genini parazitlerle doldurarak patlayıcı bir hızla kendini kopyalamaya başlar. (Burada evrimsel zamandaki bir patlamadan bahsediyorum - belki de binlerce yıl.) Genetik parazitler özensiz kopyalayıcılardır ve sıklıkla kendilerinin kusurlu kopyalarını yaparlar. Bu uyumsuzlar kendilerini kopyalayamazlar ve basitçe ev sahiplerinin DNA'sını tıkamazlar. Genetik parazitler bu nedenle her zaman kendi kendine yok olma riskini taşır.

Küçük evrimsel yenilenme patlamalarıyla bu çıkmazdan kurtulabilirler. Bazıları konakçılarından protein kabukları oluşturmalarına izin veren genleri çalar. Kendi hücrelerinden kurtulup diğer hücrelere bulaşabilen virüsler haline gelirler. Bu ayrılıklardan bazıları yeni türlere bile bulaşabilir. Bazı sıçramalar o kadar uzun olsa da, nasıl olabileceklerini bilmek zor olsa da, muhtemelen onları yeni konakçılarına götüren parazitler (örneğin akarlar) tarafından taşınırlar. Örneğin, bir tatlı su yassı solucanı, okyanusta yaşayan bir hidra ve karada yaşayan bir böcek ile aynı genetik parazitlere sahip olabilir mi?

Virüsler ve genetik parazitler bugün yaygın olabilir, ancak 4 milyar yıl önce asalaklık daha da yaygın olabilirdi. Bugün yaşayan tipik bir organizma, ister bakteri ister sekoya olsun, güçlü koalisyonlar halinde organize olmuş genler taşır. Kendilerini yeni bir nesle doğru bir şekilde kopyalayabilirler ve kopyacı genlere karşı mücadele edebilirler. Ancak Dünya gençken, bazı biyologlar genlerin zar zor organize olduğunu ve çok iyi iş birliği yapamadıklarını düşünüyor. Genler, bir tür küresel mikrobiyal ağ aracılığıyla genomlara girip çıkarak bir mikroptan diğerine akıcı bir şekilde hareket etti. Başkalarını onları kopyalamaları için kandırabilecek herhangi bir gen,

doğal seçilim ve yayılma. Sonunda gen koalisyonları ayrı organizmalar halinde organize oldular, ama yine de o kadar gelişigüzel bir şekilde DNA alışverişi yapıyorlardı ki, bir biyolog onları ayrı türler olarak sınıflandırmakta zorlanırdı.

Saldırılara rağmen, gerçek organizmalar evrim geçirmeyi başardı. Muhtemelen genleri, hep birlikte iyi çalıştıkları ve hile yapan genleri devre dışı bırakabilecekleri ve kendilerini sadakatle kopyalayabilecekleri bir noktaya evrildi. Muhtemelen bu sırada yaşam üç büyük kola ayrılmaya başladı: bakteriler, Arkealar ve ökaryotlar.

Bu ilk mikroplardan bazıları, enerjilerini hidrotermal menfezler boyunca büyüyen kimyasallarda buldu. Yüz milyonlarca yıl sürüklenirken, bazı bakteri soyları ışık enerjisini yakalayabilir hale geldi. Diğer bakteriler mikrobiyal dışkılarını temizledi. Diğerleri kendi kendine yeten bakterileri yutarak katillere dönüştü.

Genetik parazitler, konakçıları galip gelmeye başlamış olsa da, hâlâ bu farklı türden mikroplarla yaşıyordu.

Ancak yaşamın ulaştığı her karmaşıklık düzeyinde yeni bir parazit türü ortaya çıktı.

Gerçek organizmalar evrimleştiğinde, bazıları asalak oldu. İlk olarak nasıl evrimleştiklerine dair birkaç makul hikaye var ve hepsi bir durumda doğru olabilir. Bir hikaye, mikrobiyal yırtıcıların bir sonraki öğünleri olması gereken şeyi yutmasıyla başlar. Zarlarında bir boşluk açarak avlarını yuttular; onu bölmeye hazırlandılar, ama nedense, yemekleri bu kadardı. Av, yırtıcı hayvanın mikrobiyal karnında sindirilemez bir şekilde oturuyordu.

Şimdi durum tersine dönmüştü - avın, başarısız avcısından tükürülmeden önce biraz besin alabildiği ortaya çıktı. Bu fazladan yiyecek, daha başarılı yırtıcı hayvanlardan kısa süreli bir sığınak, avın aksi halde sahip olabileceğinden daha hızlı üremesine yardımcı oldu. Doğal seçilim, yırtıcı hayvanın içinde hayatta kalmasına yardımcı olan genlerin daha yaygın hale gelmesini sağlardı. Avın avcıyı bulmasına, avcının zarındaki oyukları kendi kendine açmasına yardım eden diğer genler de onlara katıldı. Av, avcının içinde giderek daha fazla zaman geçirdi ve yavaş yavaş özgür yaşam biçimlerini terk etti. Artık avla savaşmak zorunda kalanlar, onları kovmak için gittikçe daha fazla çaba harcayan yırtıcılar haline geldi. Parazit istilasına karşı savaşmanın maliyeti çok yüksek olursa, bazı ev sahiplerinin parazitlerini tam zamanlı misafirleri haline getirmeleri fayda sağlayabilirdi. Ev sahibi bölündüğünde, parazit kendi DNA'sını kopyaladı ve nesiller boyunca aktardı.

Bu şekilde bir kez bir araya getirildiğinde, parazit ve ev sahibi ilişkilerini çeşitli yönlerden herhangi birinde alabilirler. Parazit, konakçısının hayatını çekilmez hale getirmeye devam edebilir veya bunun yerine konakçı için yararlı hale gelebilir, belki de konakçının kullanabileceği bir miktar protein salgılayabilir. Birlikte nesiller geçtikten sonra, parazit ve konakçı arasındaki çizgiler bulanıklaşmaya başlayabilir. Parazitin DNA'sının bir kısmı yanlışlıkla konakçının kendi genlerine taşınır. Parazitin kendisi birkaç temel işleve dönüşebilir. İki organizma esasen bir olur.

Darwin bu tür bir yaşam kaynaşmasını asla hayal etmemişti. Hayatı, 124. sayfada gösterilen ağaç gibi sürekli dallanan bir ağaç olarak düşündü. Ancak biyologlar artık bazı dalları birbirine örmeleri gerektiğini biliyorlar.

Bilim adamları şimdi birçok mikropta ve onlarda tam gen pilini sıralıyorlar.

parazitlerin yaptığ ı seç imlerin iş aretlerini görebilirler. Tam sekanslanmış türler arasında , tifüse neden olan bir bakteri olan Rickettsia prowazekii bulunur. Hücreleri iş gal eder, besinlerini emer ve oksijenlerini tüketir, deli gibi ç oğ alır ve konakç ılarını patlatır. DNA'sı, vücudumuzdaki her hücreye enerji sağ layan organeller olan mitokondrideki DNA'ya dikkat ç ekici bir ş ekilde benziyor. İ lkel bir serbest yaş ayan bakteri , belki de 3 milyar yıl önce hem Rickettsia'nın hem de mitokondrinin atası olmalıdır .
Torunlarından bazıları en eski ökaryotlardan geç erek sona erdi. Mitokondrinin ataları sonunda ev sahiplerinin iç ine barış ç ıl bir ş ekilde yerleş irken, Rickettsia'ya götüren dal kısır yolda geliş ti. Mitokondri, atalarımızın kazanması iç in ş anslı bir parazitti. Fotosentez yapan bakteriler atmosferi yavaş yavaş oksijenle dolduruyordu ve mitokondri, ökaryotların oksijeni solumasına izin veriyordu.

Günümüzün ökaryotları, yavaş bir ziyafet ve enfeksiyon aleminin ürünüdür. Mitokondri iş gal ettikten sonra, ökaryotların birkaç dalı kendilerine ait daha fazla bakteri kazandı. Bu bakteriler fotosentetikti ve konakç ıları onları güneş ten yararlanan ç ıplak özleri olan kloroplast'a kadar soydular. Bu ökaryotlar, havaya daha da fazla oksijen ekleyen alglere ve kara bitkilerine yol aç tı. Oksijeni soluyabiliyoruz ve hücrelerimizdeki parazitler sayesinde bitkiler ç ok büyük miktarlarda oksijen üretebiliyor.

Bu milyar yıllık drama, sıtmanın nasıl yeş il bir hastalık haline geldiğ ini aç ıklıyor. Bazı eski ökaryotlar, fotosentez yapan bir bakteriyi yuttu ve güneş ış ığ ını toplayan bir alg haline geldi. Milyonlarca yıl sonra bu alglerden biri ikinci bir ökaryot tarafından yutuldu. Bu yeni konakç ı, algin iç ini boş alttı, ç ekirdeğ ini ve mitokondrisini attı, geriye sadece kloroplast kaldı. O hırsızın hırsızı, Plasmodium ve Toxoplasma'nın atasıydı . Ve bu Rus bebeğ i olaylar dizisi, sıtmayı neden bakterileri öldüren bir antibiyotikle tedavi edebileceğ inizi aç ıklıyor: ç ünkü Plasmodium'un iç inde bazı hayati iş ler yapan eski bir bakteri var.

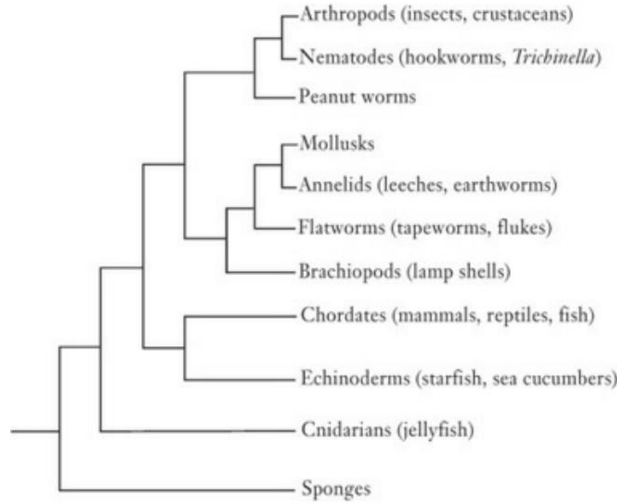
Bu antik parazitin yeni bulunan kloroplastlarıyla tam olarak ne yaptığ ını bilmek zor. Belki de onları bir bitki gibi fotosentez yaparak yaş amak iç in kullandı. Ancak tek olasılık bu değ il ç ünkü bitkilerdeki kloroplastlar güneş ış ığ ından yararlanmaktan daha fazlasını yapıyor. Yağ asitleri (örneğ in zeytinyağ ını oluş turan moleküller) dahil birç ok bileş ik yaparlar. David Roos ve meslektaş ları, Plasmodium ve Toxoplasma'da, kloroplast kalıntılarının hala bu yağ asitlerini ürettiğ ini ve parazitlerin bunları konakç ı hücrelerinin iç ine örtmek iç in kullandıklarını tahmin ettiler.

Klindamisin, Plasmodium balonunu yok ettiğ i iç in parazit iç in öldürücü olabilir .

Yine de bir ş ey aç ık: Plasmodium ve Toxoplasma'nın bu atası hayvanların iç inde yaş amadı. Bir milyar yıl önce, henüz parazitlenecek hayvan yoktu. O zamanlar, tek hücreli yaratıklar koloniler ve topluluklar halinde birleş meye daha yeni baş lıyordu. İ lk ç ok hücreli yaratıkların ç oğ u, bugün canlı bir hiç gibiydi.
Bazıları ş iş me yataklara ya da eski bir krallığ ın süslü madeni paralarına benziyordu. Bugün gördüğ ümüz ilk hayvan türleri yaklaş ık 700 milyon yıl önce ortaya ç ıktı: mercanlar, denizanaları, eklembacaklılar. Bu arada, algler daha karmaş ık biç imlerde düzenlenerek bitkilere yol aç maya baş ladılar ve yaklaş ık 500 milyon yıl önce kıyıya ç ıkarak yosunlu bir halı oluş turdular ve daha sonra kısa saplı bitkilere ve nihayet ağ aç lara dönüş tüler. Kısa bir süre sonra hayvanlar da kıyıya ç ıktı - 450 milyon yıl önce kırkayaklar, böcekler ve diğ er omurgasızlar ve ilk hantal omurgalılar.

360 milyon yıl önce.

Çok hücreli organizmalar, parazitlerin keş fetmesi iç in baş tan ç ıkarıcı yeni bir dünya yarattı. Yiyecekleri, her seferinde haftalarca veya yıllarca sabit evler olan büyük, yoğ un bedenlerde yoğ unlaş tırdılar. Kambriyen okyanuslarının hayvanları, Plasmodium gibi protozoaların yanı sıra bakteri, virüs ve mantarları da cezbetti. Ve bir kez daha, yeni bir tür parazit ortaya ç ıktı: hayvanların kendileri, diğ er hayvanların iç inde yaş amak üzere evrimleş tiler. Yassı kurtlar, ş ans eseri, tenya ve diğ er parazitlere dönüş tükleri kabuklulara doğ ru yol aldılar. Yengeç ler, böcekler, örümcekler - en az elli kez baş ka hayvan soyları da aynı ş eyi yaptı.



Hayvanların evrimsel iliş kileri (Knoll ve Carroll'un izniyle uyarlanmış tır, 1999)

Parazitler, konakç ıları iç inde hızla atalarından oldukç a farklı biç imlere evrildi. Denizanalarının akrabaları balıkları asalaklaş tırmaya baş ladılar ve kendilerini küç ük spor benzeri ş ekillere soydular; bu da bugün Amerikan nehirlerindeki alabalıkları sema hastalığ ıyla rahatsız ediyor. Ev sahipleri büyüyüp yaygınlaş tıkç a -yüksek ağ aç lara, milyonlarca güç lü karınca kolonisine, seksen fit uzunluğ undaki deniz sürüngenlerine dönüş tükç e- parazitler sürekli geniş leyen bir habitatın tadını ç ıkardılar. Hayatın ş afağ ında yaş anan ilk baş arı dalgasının ardından, ev sahipleri daha organize hale geldikç e uygulanan acımasız baskının ardından, artık parazitler iç in yeni bir altın ç ağ geldi.

Kendi soyumuz olan omurgalılar, parazit olma konusunda pek iyi bir iş ç ıkarmadı. Sahip olan az sayıdaki arasında Latin Amerika nehirlerindeki bazı yayın balığ ı türleri de var. Bunlardan en meş huru kalem inceliğ inde bir balık olan candiru'dur. Ş öhretini nehirlere iş eyen insanlara saldırarak kazanır. İ drarlarının kokusunu takip eder ve üretralarına girer. Diş lerini penise veya vajinaya soktuğ unda, oradan ç ıkmak neredeyse imkansızdır. Yine de, candiru'nun geç imini insanlara saldırmakla sağ lamaz; genellikle solungaç kanatlarının altından geç erek ve altındaki hassas damarlardan kan emerek diğ er balıklarla beslenir. Birkaç dakika sonra düş er ve kendisine ev sahipliğ i yapacak baş ka bir balık arar. Diğ er türler daha da asalak bir yaş am tarzına sahiptir. Balıklar Latin Amerika'da yakalandığ ında, bazen solungaç larına takılmış inç uzunluğ unda yayın balığ ı bulunur. Bu küç ük balıklar hayatlarının ç oğ unu orada kan veya mukusla beslenerek geç irebilir.

ev sahiplerinden.

Dünyada neden daha fazla candirus olmadığını kimse bilmiyor ama omurgalı olmakla ilgili bazı şeyler asalak bir hayatı zorlaştırıyor olabilir. Omurgalılar, omurgasızlara kıyasla daha yüksek metabolizmalara sahiptir, bu nedenle başka bir hayvandan yeterli besin alamayabilirler. Bir hayvanın parazit olabilmesi için çok sayıda yavru vermesi gerekir çünkü bir sonraki konakçıya geçmek çok zor ve çok önemlidir. Omurgalıların her yavruya çok fazla enerji harcaması gerekir, bu nedenle bu zorluğun üstesinden gelemeyebilirler.

Ancak, Richard Dawkins'in işaret ettiği gibi, asalaklığın tenya gibi geleneksel bir biçim alması gerekmez. Yavrularını yetiştirmesi için bir şekilde başka bir hayvanı kandırabilen bir hayvan düşünün. Hilecinin genlerini aktarma olasılığı daha yüksekken, hilecinin kendi yavrusuna ve kendi genetik mirasına bakmak için daha az zamanı olacaktır.
Aslında, tam da bu tür bir sosyal asalaklık uygulayan birçok tür -hem omurgasızlar hem de omurgalılar- vardır.

Omurgasızlar arasında en aşırı durumlardan biri İsviçre Alplerinde bulunabilir. Orada karınca Tetramorium'un yuvalarını bulacaksınız . Kraliçeyi ararsanız, muhtemelen sırtında oturan soluk, garip şekilli karıncalar bulacaksınız. Bunlar özel bir Tetramorium karınca kastı değil, tamamen farklı bir tür: Teleutomyrmex schneideri. Teleutomyrmex, hayatının çoğunu bir Tetramorium kraliçesinin sırtında, onu özel olarak tasarlanmış kavrama bacaklarıyla kucaklayarak geçirir. Tetramorium çalışanları , bu uzaylılara saldırmak yerine, kraliçeleri için kustukları yiyecekleri yemelerine izin verdi. Teleutomyrmex parazitleri, konakçılarının yuvasında çiftleşir ve yeni kraliçeler , yeni bir konakçıya atlayabilecekleri yeni bir koloni bulmak için ayrılırlar.

Karıncaları bu şekilde asalaklaştırmanın sırrı, koku yanılsaması yaratmaktır. Karıncalar dünyayı algılamak için çoğunlukla kokulara bağımlıdırlar ve birbirleriyle iletişim kurmak için -yemek yolları bırakmak, koloni çapında bir alarm başlatmak, birbirlerini yuva arkadaşı olarak tanımak için- havadaki kimyasallardan oluşan karmaşık bir kelime dağarcığı geliştirmişlerdir. Teleutomyrmex, ev sahiplerini onları yemek yerine onlara bakmaları için kandırabilir çünkü ev sahiplerinin kendilerini kraliçeler olarak algılamasını sağlayan sinyaller üretebilirler. Teleutomyrmex'in bu büyüleri yapabilmesinin nedeni, muhtemelen kendi ev sahibinden evrimleşerek ortak dillerini akrabalarının aleyhine çevirmiş olmalarıdır.

Ancak birçok hayvan, kendileri karınca olmayan karıncaların sosyal parazitleridir. Örneğin bazı kelebekler, karıncaları tırtıllarını büyütmeleri için kandırabilir. Kelebekler yumurtalarını çiçeklerin üzerine bırakırlar ve tırtıllar yumurtadan çıktıktan sonra yere düşerler ve orada karıncalar karşılarına çıkar. Karıncalar normalde bir tırtıla devasa bir öğle yemeği gözüyle bakarlar. Ancak sosyal bir parazitle karşılaştıklarında tırtıl kendi kolonisinden kayıp bir larvaymış gibi davranırlar. Tırtılın kokularına aldanan karıncalar, onu yuvalarına geri sürüklerler ve orada onu kendi larvaları gibi beslerler ve tımar ederler. Karıncalar bazen paraziti kendi yavrularına bile tercih ederler. Tırtıl, kışı bu lüks içinde büyüyerek geçirir ve ardından koza oluşturur. Kanatlı bir kelebeğe dönüşürken karıncalar onunla ilgilenmeye devam eder. Karıncalar, ancak kozasından çıktıktan sonra aralarında devasa bir davetsiz misafirin olduğunu anlar ve ona saldırmaya çalışırlar.

Ancak kelebek yuvadan fırlar ve uçup gider.

Tüm bu sosyal parazitler, temelde herhangi bir geleneksel parazitin yaptığını yapar: ev sahiplerinin savunmasındaki zayıflıkları bulur ve bunları kendi avantajlarına dönüştürürler. Orada

aynı şeyi yapan omurgalılardır. Örneğin guguk kuşu, yumurtalarını ötleğen gibi diğer kuşların yuvalarına bırakır. Yavru bir guguk kuşu yumurtadan çıktığında, ev sahibinin yumurtalarını ve yavrularını yere fırlatmaya devam eder. Kamış ötleğeni, üvey ebeveynini gölgede bırakacak kadar büyüdüğü halde guguk kuşunu yine de besler. Tamamen büyüdüğünde, guguk kuşu bir eş bulmak için uçar ve arkasında çocuksuz kamış ötleğenini bırakır.

Karıncalar dünyalarını esas olarak kokularla algılarlar, ancak kuşlar çok daha fazla gözlerine ve kulaklarına güvenirler. Yani guguk kuşları ve diğer asalak kuşlar sahte kokular değil, sahte görüntüler ve sesler yaratırlar. Guguk kuşu, ev sahibi türün yumurtasını taklit eder, bu nedenle ev sahibinin onu yuvadan atma dürtüsüne kapılması pek olası değildir. Guguk kuşu doğduktan sonra, yavrularını beslemek için kullandığı sinyallerle oynayarak saz ötleğenini kandırarak beslenmesini sağlar. Kamış ötleğenleri ne kadar yiyecek yakalayacaklarını anlamak için yuvalarına, bebeklerinin ağızlarını açık tuttukları yere bakarlar. Kuş ağızlarının içi gibi çok fazla pembe görürlerse otomatik olarak daha fazla yiyecek ararlar. Aynı zamanda ağlayan bebeklerinin sesine ikinci bir sinyal olarak güvenirler. Bebekler hala açsa ve ağlıyorsa ötleğen daha fazla yiyecek bulacaktır.

Tek bir guguk kuşu hayata bir ötleğenden çok daha büyük başlar ve büyüdükçe daha da büyür. Ötleğen yuvasına baktığında, beyninde pek çok küçük kamış ötleğeni ağzının yaptığı gibi kaydedilen büyük bir guguk ağzı görür. Aynı zamanda genç guguk kuşu, yavru ötleğenlerin seslerini taklit eder. Ancak guguk kuşu, tek bir ötleğenin sesini taklit etmek yerine, bütün bir yuva gibi ötebilir. Böylece guguk kuşu, ev sahibini sadece onu beslemesi için kandırmakla kalmaz, ona sekiz ötleğen değerinde solucan getirmesi için de kandırır. Hayvanların içinde omurgalı bir parazit için fazla yer olmayabilir, ancak bir hayvanın yuvası başka bir konudur.

Ana rahmi de öyle. Döllenmiş bir yumurta rahme düştüğünde ve kendini yerleştirmeye çalıştığında, makrofajlardan ve diğer bağışıklık hücrelerinden oluşan bir orduyla karşılaşır. Yeni embriyonun hücrelerinde, bağışıklık hücrelerini onu yok etmeleri için tetiklemesi gereken, annesiyle aynı proteinler yoktur. Fetüs, bir tenya veya bir kan kelebeği ile aynı sorunlarla karşı karşıyadır ve annesinin bağışıklık sisteminden hemen hemen aynı şekilde kaçar. Trofoblastlar olarak bilinen bir insan embriyosunda farklılaşan ilk hücreler, vücudunun geri kalanında koruyucu bir kalkan oluşturur. Saldıran bağışıklık hücrelerini savuştururlar ve molekülleri tamamlarlar ve çevredeki bağışıklık sistemini yavaşlatan sinyaller gönderebilirler. Garip bir şekilde, bu baskılayıcı sinyallerin, DNA'mızda kalıcı olarak yerleşmiş bazı virüsler tarafından trofoblastlarda yapıldığına dair bazı kanıtlar var - tıpkı parazit yaban arısı genlerindeki virüslerin konakçılarının bağışıklık sistemlerini kontrol etmelerine izin vermesi gibi.

Asalaklığı Dawkins'in genetik ilgi tanımı açısından düşünürseniz, o zaman fetüs bir tür yarı parazittir. Genlerinin yarısını annesiyle paylaşır, geri kalanı babasına aittir. Hem anne hem de baba, evrimsel olarak konuşursak, fetüsün doğup sağlıklı bir yaşam sürmesini görmekle ilgilenir. Ancak bazı biyologlar, ebeveynlerin de fetüsün nasıl büyüdüğü konusunda güçlü çelişkileri olduğunu öne sürdüler. Gelişirken, annesinden besin çekmek için plasentasını ve bir damar ağını oluşturur. Annenin rahmin yakınındaki kan damarları üzerindeki kontrolünü devre dışı bırakır, böylece anne fetüse giden kan akışını kısıtlayamaz. Hatta kanındaki şeker konsantrasyonunu yükseltmek için kimyasallar salgılar. Ama anne çocuğunun çok fazla almasına izin verirse, bu ciddi bir zarara yol açabilir.

onun sağlığı hakkında. Diğer çocuklarına bakamayabilir ve hatta daha fazla çocuğa sahip olma yeteneğini tehdit edebilir. Başka bir deyişle, fetüs onun genetik mirasını tehdit etmektedir. Araştırmalar, annelerin kendi kimyasallarını etkisiz hale getirerek fetüslerine karşı mücadele ettiğini gösteriyor.

Bir fetüs annesine ağır bir yük getirebilirken, ne kadar hızlı büyüdüğünün babasının sağlığı üzerinde hiç bir etkisi olmayacaktır. Fetüsün olabildiğince hızlı büyümesi onun genetik çıkarına. Bu çatışma fetüsün kendi içinde gerçekleşir. Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar, fetüsün anne ve babasından aldığı genlerin özellikle trofoblastlarda farklı şeyler yaptığını göstermiştir. Anne genleri, içindeki bu paraziti kontrol etmek için fetüsün büyümesini yavaşlatmaya çalışır. Bu arada, baba genleri bu anne genlerini sıkıştırır ve onları susturarak fetüsün daha hızlı büyümesini ve ev sahibinden daha fazla enerji çekmesini sağlar.

Ne zaman iki hayat yakın temasa geçse ve genetik çatışma -hatta anne ve çocuk- asalaklık ortaya çıkar.

…

Birkaç milyon parazitle çevrili olma hissini kelimelere dökmek zor. Yüzünüzü zarif bir kurdeleyle dolu bir kavanoza, kirpiden çıkarılan bir tenyaya yaklaştırdığınızda, her biri kendi erkek ve dişi cinsel organlarına sahip, hepsi hayatla dolu yüzlerce parçaya hayran kalmamak elde değil. bu koruyucu ruhların içinde bir fotoğraf gibi yakalanmış. Sonra, sadece bir saniye için, tüm yaratığın biraz seğireceğinden, aniden sallanacağından ve sonra camdan fırlayacağından endişelenmeye başlarsınız.

ABD Tarımsal Araştırma Servisi tarafından yürütülen Ulusal Parazit Koleksiyonu Tarım Bakanlığı, dünyadaki en büyük üç parazit koleksiyonundan biridir. (Amerikan koleksiyonunun Rusya'nın ulusal koleksiyonlarından daha büyük olup olmadığından kimse tam olarak emin değil. Birkaç milyona kadar örnek topladıktan sonra, sayıyı kaybetme eğilimindesiniz.) Bir çiftlikte eski bir kobay ahırında duruyor. Maryland'de tarım 1936'dan beri devam ediyor. Uzakta, şirket merkezleri soğuk mavi cam kafalarını ağaçların hemen üzerinden uzatıyor. Koleksiyondaki rehberim, ayı şeklindeki bir parazitolog olan Eric Hoberg'di. Uzak kuzeyin parazitlerini, yalnızca misk öküzlerinin akciğerlerinde yaşayan nematodları, bir morsun şanslarını inceliyor. Beni gri çizgili merdivenlerden aşağı indirdi, birkaç küçük laboratuvarın ve bir kadının ağır ağır bilgisayara girmekte olduğu bir yığın kart kataloğunun yanından geçti - bir asırlık asalak.

Sonra kalın bir kapı aralığından koleksiyona geçtik.

İlk başta biraz hayal kırıklığına uğradım. Müze sergilerinden geçen paleontologları takip ettim ve gizli kapılardan koleksiyonlarına girdim ve balina kafatasları ve dinozor omurlarıyla dolu yüksek, derin kabinlerin sıralandığı koridorlarda dolaştık. zemin. Ulusal Parazit Koleksiyonu'na küçük bir lokanta ya da bir ayakkabı tamircisi sığdırabilirsin. Hoberg beni emekli bir fen bilgisi öğretmeni olan Donald Poling ile tanıştırdı. Poling, yürüyüş botları ve beyaz bir laboratuvar ceketi giyerek bir masada oturmuş, nematod slaytlarını son yüz yılda kristalleşerek kahverengi şeker kıvamına gelmiş koruyucu sıvıdan kurtarıyordu. "Beni parmaklıklardan uzak tutuyor," dedi, bir kapak yazısını kazıyarak.

Odanın geri kalanını, üç dişli bir çarkın dönüşüyle kayarak açılan makaralar üzerindeki metal raflar kaplıyordu. Hoberg ve ben raflar arasında yürümeye, kavanozlara ve şişelere göz atmaya başladığımızda, hayal kırıklığı ortadan kayboldu. Koleksiyon etrafımı sardı ve benim dünyam oldu. Kurşun kalemle yazılmış etiketleri okumak için mühürlü kavanozları çevirdik. "Ev sahibi: Sarı Başlı Karatavuk." Alaska ren geyiğinden tenyalar. Elklerden karaciğer parazitleri. Kore'den gelen balıkların solungaçlarına tutunan fırfırlı monogeneanlar.

Bir noktada, Hoberg bana bir parmak kalınlığında, kırbaç kadar uzun, kan renginde bir nematod gösterdiğinde, hala tilki böbreğinin içinde kıvrılmış halde duruyordu, kendime engel olamadım. "İğrenç" dedim. Aslında Hoberg'i görmeye korku maratonuma devam etmek için değil, bir şeyler öğrenmek için gelmiştim, ama bu şeylerin savaşarak kurtulmanın bir yolu var. Şimdi hayal kırıklığı sırası Hoberg'deydi. "Yuck faktörü beni rahatsız ediyor" dedi. “Kaçırılan şey, bunların ne kadar inanılmaz derecede ilginç olduğu.
Ve bir disiplin olarak parazitolojiye zarar verme eğiliminde. Bunun bir kısmı, insanların bundan rahatsız olması," başıyla böbreği işaret etti. "Parazitologlar emekli oluyor ve yerlerine yenileri gelmiyor."

Aramaya devam ettik. Farelere girmek için böcekleri kullanan tenya Hymenolepis ile dolu bir kavanoza baktık, büyük bir girdap pirinç eriştesi. İçinden kayan yıldızların olduğu bir gece gibi geçen Trichinella'lı bir domuz eti parçası. Raflardaki kitaplar gibi dimdik dizilmiş kapalı slayt tepsilerinin yanından geçtik, yüzlercesi, her birinin camına monte edilmiş düzinelerce parazit dilimi vardı. Hoberg'in tezi üzerinde çalışırken Aleut adalarında topladığı on iki bin örnek slaydının yanından geçtik - emekli olmadan önce hakkında yazmaya zaman bulabileceğinden şüphe ettiği on iki bin slayt.

Hoberg, 1989'da koleksiyondaki işi aldığında Washington Üniversitesi'nden slaytları yanında getirmişti. On yıl sonra hâlâ sürprizlerle karşılaşıyordu.
Yengeç yiyen fok mu? bir tenya kavanozuna havladı, onu aldı ve elinde çevirdi. Sıvıda yüzen kağıt etiketi incelemek için gözlüğünü alnına kaldırdı ve "Bu, Byrd'ın Antarktika'ya yaptığı son keşif gezisinden olabilir," dedi. Bir kavanoz botfly larvası bulduk. Atlar tarlalarda dolaşırken yetişkin sinekler saçlarına yumurta bırakırlar ve atlar kendilerini yalayarak temizlediklerinde yumurtaları yutarlar. Yumurtalar, ağızlarının sıcaklığını yumurtadan çıkmak için bir işaret olarak alır ve atın dilini çiğnerler. Oradan, demir attıkları ve kanını içtikleri atın midesine inerler. Olgunlaştıklarında, tutuşlarını bırakırlar ve atın sindirim sisteminden çıkarılırlar. Yere çarparlar ve yetişkin sineklere dönüşürler. Önümüzde duran kavanozun dibinde, botsineği larvalarıyla bezenmiş, küçük taşlı kovanlardan oluşan bir at midesi vardı. Büyülenmiştim ama Hoberg irkildi. " Onsuz yapabileceğim tek şey bu ." Bir parazitologun bile sınırlarının olduğunu görmekten memnun oldum.

Hoberg'in koleksiyonun en sevdiği parçası slaytlardı. Birkaç kasa kaptı ve onları bizimle birlikte bileşik mikroskobun hakim olduğu ofisine götürdü. Bakmam için slaytlara odaklandı, martılardan, sakallı foklardan, katil balinalardan tenya kesitlerini gösterdi. Tenya türlerini birbirinden ayırmak zordur. Bazen tek görsel fark, cinsel organlarını barındıran odanın şeklidir.

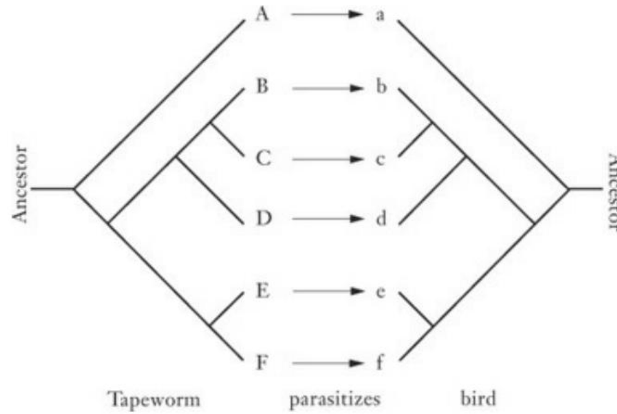
Bazen sadece genleri size iki tenyanın ayrı tür olduğunu söyleyecektir. Yine de Hoberg, ilişkilerini inceleyerek 400 milyon yıllık parazit tarihini yeniden yaratıyor.

ona yol gösterecek tek bir fosil olmadan. Bunu, parazitlerde ve onların konakç ılarında garip modeller bularak yapar. Hoberg, tetrabothriids olarak adlandırılan bu tür tenyaların neden sadece deniz kuş larında ve deniz memelilerinde yaş adığ ını merak ediyor. Neden hiç biri insanlarda veya köpek balıklarında yaş amıyor? Neden baş ka bir tenya türü dünyada sadece iki yerde ortaya ç ıkıyor: Avustralya'da ve Bolivya'nın dikenli ormanlarında? Bu soruların cevapları, tenyaların tarihini oluş turur; bu destan, aynı zamanda omurgalı konakç ılarının tarihi, sürüklenen kıtalar ve titreş en buzullar hakkında sırlar da taş ır.

Bir asır önce, biyologlar bu tarihin basit ve sıkıcı olduğ unu düş ündüler. Parazitler kendi iç dünyalarına teslim olduklarında baş ka hiç bir yerde yaş ayamayacakları iç in evrimsel bir ç ıkmaza girmiş lerdir. Yaş adıkları küç ük evrim, ancak ev sahipleri onları peş lerinde sürüklediğ inde gerç ekleş ti. Bir popülasyon bir adada veya sıradağ da izole edildiğ inde ve benzer ş ekilde türünün geri kalanından kopan parazit kendi baş ına yeni bir tür oluş turduğ unda, konukç uları yeni türlere bölünebilir.

Eğ er bu doğ ru olsaydı, yakın akraba ev sahiplerinden oluş an bir evrim ağ acını taş ıdıkları parazitlerle karş ılaş tırdığ ınızda belirli bir model görmeyi beklerdiniz: birbirlerinin ayna yansımalarını oluş tururlardı. Diyelim ki yakından iliş kili dört kuş türünü incelediniz ve iç lerinde tenyalar buldunuz. En erken kendi kendine dallanan kuş ların soyu, parazitler arasında ilk dallanan tenyaları alıp götürürdü.
Konakç ının sonraki her bir dalı, kendi parazit dalını da taş ırdı.

1970'lerin sonlarına kadar Toronto Üniversitesi'nden Daniel Brooks gibi biyologlar konukç u ve parazit ağ aç ları bu ş ekilde sıralamaya baş ladılar. Çok geç meden bu ikiz geç miş lerin aslında ç ok daha karmaş ık olduğ unu anladılar.

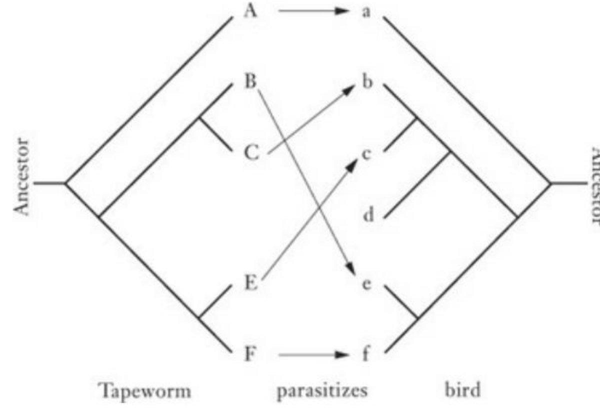


düş ündüklerinden daha Bazen ağ aç lar tıpkı yukarıdaki ağ aç gibi mükemmel aynalar gibi görünürdü. Ama diğ er zamanlarda bir sonraki sayfadaki ağ aca benziyorlardı.

Parazitler bazen konakç ılarını yeni türlere kadar takip ettiler, ancak tamamen yeni konakç ılara da sıç rayabildiler (bu örnekte tenya B, C ve E'nin yaptığ ı gibi). Bazen, ev sahibi de bölünmeden tek bir konakta iki yeni türe ayrılırlar. Ve bazen ev sahiplerinden tamamen kayboldular. Diğ er bir deyiş le, parazitlerin de özgür yaş ayan kuzenleri kadar fırtınalı ve karmaş ık evrim öyküleri vardır.

Tenyaların erken tarihine dair en önemli ipuç ları, ağ aç larının en derin köklerinden gelir. Bu ilkel tenyaların hepsi balıklarda yaş ar. İ ki ana grup

balıklar bugün yaşıyor: köpekbalıkları ve vatozlar gibi kıkırdaklı balıklar ve kemikli balıklar. Yaklaşık 420 milyon yıl önce birbirlerinden ayrıldılar. Yaklaşık 400 milyon yıl önce, kemikli balık soyu kendi içinde iki kola ayrıldı. Bir soy, ışın yüzgeçli kemikli balıklara yol açtı: somon, alabalık, gar ve diğer binlerce tür. diğer



akciğerli balıklar ve Coelacanths gibi etli loblu yüzgeçlere sahip kemikli balıklara yol açtı. Sonunda, kıyıya tırmanabilen bacaklı omurgalıları üreten, yani atalarımız olan bu lob yüzgeçli daldı.

Tenyalar muhtemelen ilk ışın yüzgeçli balıklarda evrimleşmiştir. Bu tarih, bugün yaşayan en ilkel tenyaların, mersin balığı ve ilmek gibi en ilkel ışın yüzgeçlerinde yaşadığı gerçeğine yansımıştır. Bu konaklarda, tenyalar yapraklı bir şekilden belirgin bir şekilde uzun, parçalı vücutlarına dönüştü. Bu kökenden, tenyalar daha sonra köpekbalıklarını ve diğer kıkırdaklı balıkları kolonize etti. Ama görünüşe göre lob yüzgeçlerine yaklaşmamışlar. Ne akciğerli balıkların ne de Coelacanth'ların parazitleri taşıdıkları bilinmemektedir.

Yine de, tenyalar en yakın akrabaları olan karasal omurgalıların içinde yaşarlar. Aslında, hemen hemen her türden amfibi, kuş, memeli ve sürüngende yaşarlar. Karadaki yaşam, tenyaları suda yaşayan atalarından miras almadı. Parazitler, bazı ışın yüzgeçli balıklarda sudan çıkarak onları istila etmiş olmalı. Omurgalıların karaya çıkmasından belki 50 milyon yıl sonra, balık yiyen bir sürüngen yaratık yemeğinin içine bir tenya aldı ve yeni bir soy doğdu. O zamandan beri, karadaki tenyalar ev sahipleriyle birlikte yeni biçimlere ayrıldılar ve örneğin memelilerden amfibiyenlere ve memelilerden kuşlara mekik dokuyarak daldan dala atlamaya devam ettiler.

Karadaki omurgalılar, yaklaşık 300 milyon yıl önce sürüngenlere ve memelilerin atalarına bölünmüştü. 200 milyon yıl önce sürüngen kolu, hızla baskın kara hayvanı haline gelen dinozorları üretmişti. Tenyalar dinozorlarda mı yaşadı? Kimse kesin olarak söyleyemez, ancak en yakın akrabaları olan kuşlar ve timsahların her ikisinin de onları taşıdığı göz önüne alındığında, taşımadıklarını hayal etmek zor. Ve yüz fit veya daha fazla uzunluğa ulaşan bu devlerin içindeki boşluktan yararlanamayacaklarını hayal etmek zor. Bu bir parazitoloğu gülümseten bir düşüncedir. Santa Barbara parazitolog Armand Kuris, böyle bir canavarın nasıl bir ekolojiye sahip olacağı konusunda kafa yormuştur. En büyük dinozorlar, uzun boyunlu bitki yiyicilerdi.

büyüyüp yüz tonun üzerinde ağırlığa ulaşabilen sauropodlar. Tyrannosaurus rex kadar büyük bir yırtıcı hayvanın bile onları nasıl devirdiğini anlamak zor .
Belki sadece büyük dinozorları temizledi ya da belki biraz yardımı oldu. Belki de Kuris, tenyaların sauropodları ve Tyrannosurus rex'i geyik ve kurdun habercisi haline getirdiğini öne sürdü. Sauropodlar, yedikleri bitkilerde tenya yumurtaları topladılar ve parazitler içlerinde dev kistlere dönüştü. Ev sahiplerinin akciğerlerini veya beyinlerini parçaladıklarında, sauropodları Tyrannosaurus rex'in onları yakalamasına ve tenyanın son konağına girmesine izin verecek kadar yavaşlatmış olabilirler. Bir dinozor tenyası, fosil kayıtlarında iz bırakmış bile olabilir. Günümüzde bazı tenyaların kistleri o kadar büyür ve öyle bir güçle büyür ki, bir insan kafatasını yarıp geçebilirler. Dinozorlar o kadar büyük kistleri taşıdıysa, onları taşımak için bir forklifte ihtiyacınız olacak, paleontologlar izlerini tanıyabilirler.

Tenyaların yaşadığı 400 milyon yılı aşkın süredir, Dünya dört büyük kitlesel yok oluşla sarsıldı. En sonuncusu 65 milyon yıl önce gerçekleşti ve büyük olasılıkla Meksika Körfezi'ne düşen on mil genişliğindeki bir asteroit tarafından tetiklendi. Dinozorları ve dünyadaki tüm türlerin yüzde 50'sini öldürecek kadar güçlüydü. Ancak tenyalar hayatta kaldı. Hatta dünyanın bazı yerlerinde, dinozorlar Dünya'yı dolaşırken yaşadıkları gibi yaşayan tenyalar bulmak bile mümkündür. Bolivya'nın dikenli ormanları, fare opossumları gibi keseli hayvanların evidir. Ara konak olarak eklembacaklılara ihtiyaç duyan linstowiids adı verilen nadir bir tenya grubuna ev sahipliği yaparlar. Dünyada linstowiid tenyalarının yaşadığı diğer tek yer, benzer keseli hayvanlarda da yaşadıkları Avustralya'dır. Bugün bu parazitler, binlerce millik Pasifik suyuyla bölünüyor, ancak 70 milyon yıl önce Avustralya, Güney Amerika ve Antarktika tek bir kıta kütlesinde birleşti. Avustralya ve Bolivya tenyalarının atası, kaybolan bu kıtadaki bir keseli hayvandan kaynaklandı ve kara kütlesi kıtasal sürüklenmeyle bölündükçe ev sahibi ve parazit yavaş yavaş birbirinden ayrıldı. Ancak aradan geçen 70 milyon yıl boyunca, tenyanın memeliler arasındaki döngüsünü destekleyen ekosistem bozulmadan kaldı.

Diğer tenyalar, eski ev sahiplerini terk ederek asteroitten kurtulmuş olabilir. Tetrabothriid tenyaları yalnızca martılar ve batağanlar gibi deniz kuşlarında ve balinalar ve foklar gibi deniz memelilerinde yaşar. Görünüşte, bu tür bir ev sahibi kombinasyonu mantıklı değil. Bu hayvanlar, tenyaları ortak bir atadan miras olarak paylaşmak için çok uzak akrabadır. Kuşlar, muhtemelen 150 milyon yıl önce yerde koşan dinozorlar olan sürüngenlerden evrimleşmiştir. Deniz memelileri okyanusları çok sonra işgal etti. Balinalar yaklaşık 50 milyon yıl önce çakal benzeri memelilerden, foklar ise yaklaşık 25 milyon yıl önce ayı benzeri memelilerden ortaya çıktı. Kuşlar ve memeliler için ortak bir ata bulmak için 300 milyon yıldan fazla geriye gitmeniz gerekiyor ve aynı ata, timsahlardan kaplumbağalara, kobralara, valabilere ve insanlara kadar pek çok başka omurgalı soyunun ortaya çıkmasına neden oldu. tetrabotriidler.

Kuşlar ve balinalar tenyalarını bir yerden almak zorundaydı. Muhtemelen onları balıklardan almadılar, çünkü tetrabothriidlerin en yakın akrabaları, kuşlar ve balinalarla yakından ilişkili olmayan sürüngenlerde karada yaşarlar. Bu nedenle tetrabothriids, bir grup eski sürüngen konakta yaşayan bir tenyadan türemiş olmalıdır. Öyle bir tesadüf ki, balinalar ve deniz kuşları var olmadan önce, okyanuslarda sürüngenler vardı.

aynı ekolojik rolleri oynadı. 200 milyon yıl önce bir okyanusta yelken açmış olsaydınız, başınızın üzerinde uçan kuşları değil pterosaurları görürdünüz: kıllı deri kanatları üzerinde süzülen, kıyıdaki çaylaklarına geri getirmek için balıkları yolan dar kafalı sürüngenler. Ve etrafınızdaki suyu aşan balinalar değil, uzun boyunlu plesiosaurlar ve kılıç balığı şeklindeki ichthyosaurlar gibi birçok soydan gelen canavarca sürüngenler olabilirdi.

200 ila 65 milyon yıl önce, bu sürüngenler deniz besin zincirine hakim oldular. Pterosaurlar gökyüzünü kuşlarla paylaşmaya başladılar ve Hoberg, kuşlar parazitin ara konakçısı olarak görev yapan balıkları yerken onlara tenyalarını verdiklerini düşünüyor. 65 milyon yıl önce büyük dinozorların yok olmasına neden olan yok oluş, deniz sürüngenlerini ve pterozorları da yok etti. Kuşların neden çarpışmadan sağ çıktıklarını kimse bilmiyor, ancak görünüşe göre tetrabothriid döngüsünü sürdürdüler. Balinalar ve foklar daha sonra deniz sürüngenlerinin boş bıraktığı rolleri üstlendiler ve tenyalar onları da kolonileştirdi. Bir ekosistem bozulmadan kaldığı sürece -onu oluşturan hayvanlar değişse bile- parazitler hayatta kalacaktır.

Son 65 milyon yılda, tenyalar gelişmeye devam etti ve seyahatleri, ev sahiplerinin tarihine damgasını vurmaya devam ediyor. Örneğin Amazon'da vatozlarda yaşayan tenyalar, nehrin bir zamanlar nasıl geriye doğru aktığını gösterir. Vatozlar, Amazon'u bugün aktığı Atlantik'ten kolonize etmiş olsaydı, onların tenyaları, canlı Atlantik ışınlarındaki tenyalarla en yakından ilişkili olurdu. Ancak tenyalar aslında Pasifik'tekilerle daha yakından ilişkilidir. Ve meseleleri daha da şaşırtıcı hale getiren, Atlantik ve Pasifik vatozlarında birbirleriyle Amazon tenyalarından daha yakın akraba olan başka tenyalar da var.

Bu gerçekleri en iyi uzlaştıran senaryo, 10 milyon yıl önce nehrin yukarısına gelen vatozlardır. O sırada And Dağları henüz oluşmamıştı ve Amazon, Brezilya'dan Güney Amerika'nın kuzeybatı kıyılarına doğru akıyordu. O zamanın coğrafyasındaki bir diğer büyük fark, Panama kıstağının henüz oluşmamış olmasıydı, bu nedenle Atlantik ve Pasifik geniş bir kanalla birleşiyordu. Pasifik'ten gelen vatoz grupları, ters yönde aktığında Amazon'a yüzdü. Amazon vatozları tatlı suya adapte olup okyanusa giden kuzenlerinden izole olurken, deniz vatozları hala iki okyanus arasında karışıyor. Panama okyanustan yükseldiğinde, tatlı su ışınlarının yakalayamadığı bazı yeni tenya türlerini paylaşmışlardı.

Son birkaç milyon yılda tenyalar, iki ayak üzerinde yürüyen başka bir ev sahibi daha keşfettiler. Hoberg, insanlarda yaşayan tenyaları inceliyor. Yıllar içinde parazitologlar, tenyaların içimizde nasıl yaşamaya başladıklarına dair pek çok fikir buldular. On bin yıl önce, insanlar çiftlik hayvanlarını evcilleştirdiklerinde, sığırların vahşi akrabaları ile yırtıcıları arasında gidip gelen tenyaları kaptılar. Ancak evrim ağaçlarına bakıldığında, Hoberg durumun böyle olmadığını düşünüyor. O ve meslektaşları, insan tenyalarının genlerini en yakın akrabalarıyla karşılaştırdılar ve birkaç bin değil, bir milyon yıl önce kendi kendilerine dallandıklarını keşfettiler. O zamanlar atalarımız çiftçilikten çok uzakta olan hominidlerdi. O zaman yenecekleri bir ineğe veya domuza en yakın şey, aslanlar tarafından öldürülmüş vahşi av hayvanlarının leşleri olurdu. Hangisi

Hoberg'in keşfettiği başka bir şeyi açıklayın: insan tenyalarının en yakın akrabaları aslanları ve sırtlanları son konukçuları yapar. Hoberg, aslanların peşinden giden, avlarını toplayan ve tenyalarını toplayan hominidleri resmediyor.

İnsanlığın şafağına dönüp bakmanın birden fazla yolu var. Etiyopya'ya gidip taş aletler ve aşınmış kemikler için tozu eleyebilirsiniz, ama aynı zamanda Ulusal Parazit Koleksiyonu'na gidebilir, doğru kavanozu bulabilir ve bir gezgin arkadaşınıza bakabilirsiniz.

...

Tenyalar yeni ev sahiplerine geçtikçe, onların içinde yaşamanın yeni yollarını geliştirmek zorunda kaldılar. Bağırsakların yeni coğrafyalarına uyum sağlamak zorunda kaldılar; farelerin içinde yaşamaya başlayan tenyalar, un böceklerini son konakçılarının çenelerine sokmanın yeni yollarını buldu.

Bu uyarlamaların yükselişini yeniden inşa etmek hain bir iştir çünkü evrim hakkında kulağa mantıklı gelen hikâyeler uydurmak kolaydır. Bir kırlangıçta uzun kuyruklar görürsünüz ve bunların kuşun daha hassas manevra yapması için evrimleşmiş olması gerektiğine karar verirsiniz, ancak başka biri onlara bakar ve dişi kırlangıçlar onları erkekler üzerinde çekici bulduğu için bu şekilde evrimleştiğine karar verir. Veya belki de hiç bir adaptasyon söz konusu değildir - belki de bu türü oluşturan kırlangıçların çoğunun uzun kuyrukları olmuştur ve o zamandan beri bu böyle olmuştur.

Nematod Strongylus'un yolculuklarını düşünün . Örneğin bir türde, Strongylus vulgaris, larva çimenlerin tepesine tırmanır ve yanından otlayacak bir atın geçmesini bekler. Solucan yutulduktan sonra uzun ve görünüşte anlamsız bir yolculuğa çıkar.

Atın boğazından midesine kadar gider ve sonra bağırsağa geçer. Oradan atın karın boşluğunu çiğniyor ve olgunlaşana kadar atın damarlarında haftalarca dolaşıyor. Bunun üzerine tekrar bağırsağa döner, tekrar içeri girer ve ömrünün geri kalanını burada geçirir.

Bir parazit neden bağırsakları sadece hayatının geri kalanında geri dönmek için terk etsin?

Suzanne Sukhdeo, Strongylus'un yakın akrabalarını araştırdı ve bu hac yolculuğunun nasıl gerçekleştiğine dair geçerli bir hipoteze ulaştı. Bu nematodların ataları 400 milyon yıldan daha uzun bir süre önce toprakta yaşamış, günlerini yuva yaparak ve bakteriler, amipler ve diğer mikroskobik av hayvanları (bugün binlerce nematod türünün hala yaptığı gibi) ile beslenerek geçirmiştir. Yaklaşık 350 milyon yıl önce, yeni bir şeyle karşılaşmaya başladı: çamurda sürünen yumuşak tenli amfibiler. Nematodlar, bu konakçıların içine dalmak ve amfibilerin yediği yiyeceklerle mutlu bir şekilde yaşadıkları bağırsağa gitmek için yuva yapma yeteneklerini kullandılar.

On milyonlarca yıl boyunca, karada yeni tür omurgalılar gelişti: dik duran memeliler ve sürüngenler. Bu hayvanlar artık zemini kucaklayan sümüksü bir göbek gibi kolay hedef değillerdi; uzun bacaklarının üzerinde yüksekte duruyorlardı. Bazı asalak nematodlar, yeni bir giriş geliştirerek bu yeni konakçılara adapte oldu: deriyi kazmak yerine yenerek. Ancak Sukhdeo, kazmanın doğalarında ortadan kalkamayacak kadar derin olduğunu savunuyor. Yutulduktan sonra, atalarının milyonlarca yıl boyunca yapmış oldukları, bağırsaklarına tekrar girmek için konakçılarının vücudundan geri dönerek yaptıkları et-delici hac yolculuğuna çıkacaklardı.

Sukhdeo, Strongylus'un garip yolculuğunun sadece evrimsel bir kalıntı olduğunu öne sürer. Bazı

gün bu mirası kaybedebilirler, ancak şimdilik, karınları ve çamurun yakın temasta kaldığı asalaklığa ilk gidişlerinin izini hala koruyorlar. Öte yandan bazı araştırmacılar, parazitlerin kendilerine fayda sağladığı için bu yolculuğa devam ettiğini düşünüyor.
Parazitologlar, Strongylus gibi dokularda dolaşan nematod türlerini bağırsaklarda kalan türlerle karşılaştırdılar ve oldukça tutarlı bir fark buldular: Gezginler aslında daha hızlı büyüyor ve sonunda daha büyük ve daha doğurgan hale geliyor. Kasların içinden geçen bir yolculuk, bağırsakların mide asidinden, sindirilmiş yiyeceklerin dökülmesinden, düşük oksijen seviyelerinden ve bağırsağın güçlü bağışıklık sisteminin kısır patlamalarından bir mola anlamına gelir. Yolculuk bir kalıntı olabilir, ancak yararlı bir yolculuktur.

Parazitlerin istilasına uğrayan konakçıların başına gelenleri düşündüğünüzde, parazit evrimi bilmecesi daha da kafa karıştırıcı hale geliyor. Fil hastalığına neden olan filarial solucanlar, lenfatik sisteme girer ve binlerce yavru solucan üretmeye başlar. Bazen bir kişinin bağışıklık sistemi solucanlara şiddetli tepki verir, lenf kanallarını yaralar ve bloke eder. Lenfatik sıvı, lenf kanallarında birikerek fil hastalığına, yani canavarca şişmiş bacaklara, göğüslere veya skrotumlara neden olur.

Şişmiş bir bacağa parazitin adaptasyonu demek anlamsızdır, çünkü bu solucana bir fayda sağlamaz. Bu sadece bağışıklık sisteminin yanlış ateşlemesi. Richard Dawkins'in "sıkıcı bir yan ürün" dediği şeyden başka bir şey değil.

Bir konakta yapılan belirli bir değişikliğin sıkıcı bir yan ürün mü yoksa gerçek bir uyarlama mı olduğunu anlamanın en iyi yolu, evrimini incelemektir. Bunun zarif bir testi, bitkilerde öd oluşturan böceklerle yapılmıştır. Bazen meşe ağaçlarının yapraklarından sarkan kiraz biçimli topları veya bir çiçeğin sapının sanki bir şekilde bilye yutmuş gibi şiştiğini fark edebilirsiniz. Bunlar urlardır: böcek parazitleri için barınak haline gelen bitki dokusu parçaları. Çiçeklerde, ince dallarda, gövdelerde veya yapraklarda oluşabilen safralarda yüzlerce farklı böcek türü yaşar. Örneğin bazı eşekarısı türleri yumurtalarını meşe yapraklarına bırakır ve yaprağın hücreleri yumurtaya, yumurtanın çevresinde ve çevresinde büyüyerek yanıt verir. Larva doğar ve yaprağın daha da derinlerine gömülür. Hücreler, içlerinde tüylü bir doku tabakası bulunan devasa bir küre şeklinde çoğalırlar. Nişasta ve şekerler, yağlar ve proteinler gibi besinler bitkinin başka yerlerinden safraya pompalanır ve iç tüylerdeki aşırı büyük hücreleri doldurur. Yaban arısı larvası onları patlatır ve sıvı kokteylle beslenir. İçteki hücreleri yok ederken, dıştakiler bölünür ve var olmaya hazır hale gelir.

yenilmiş.

Safralar böcekler tarafından değil, bitkiler tarafından oluşturulur. Bazı araştırmacıların öne sürdüğü gibi, bunlar sadece parazitlere bir sığınak sağlayan yara izleri mi?
Bucknell Üniversitesi'nden Warren Abrahamson ve Irvine'deki California Üniversitesi'nden Arthur Weis, altın başak safra sineklerine odaklanarak safralarla ilgili en yakın çalışmalardan bazılarını gerçekleştirdiler. Sinekler, ilkbaharın sonlarında altınbaşak bitkisinin tomurcuğuna yumurtalarını bırakırlar. Çapı yarım inç ila bir inç arasında büyüyen küresel bir öd oluşur ve içinde sinek larvası büyür. Parazit yaban arıları, böcekler gibi sinek larvalarına saldırır. Ağaçkakanlar ve siyah şapkalı bülbüller, kış boyunca onları bir tür lezzetli sert kabuklu yemiş gibi yemek için safraları parçalarlar.

Bu sineklerin yaşadığı gallerin boyutu ve şekli değişir. Bir an için safraların, bir altınbaşak bitkisinde yaşayan bir sineğin sıkıcı yan ürünü olduğunu söyleyin. O zaman bir nesilden diğerine varyasyonlarındaki herhangi bir değişikliğin

bitkilerin kendilerini istilacılara karşı savunmak için kullandıkları genlerdeki değişikliklerle bağlantılı olabilir. Abrahamson ve Weis, tamamı klon olan altınbaşak bitkilerinde safra sineği yetiştirdikleri deneyler yaptılar. Genleri aynı olduğu için bitkinin sineklere karşı savunması da aynı olmalıydı. Yine de Abrahamson ve Weis, bitkilerin çok farklı türde safra ürettiklerini buldular. Bu, sineklerin genlerinin, bitkinin kendi genlerini kontrol altına alarak urları şekillendirmekten sorumlu olduğunu düşündürür. Safraların yüzde 60 ila 100'ünün parazitler tarafından saldırıya uğradığı göz önüne alındığında, muhtemelen bu genler için sineklerde şiddetli bir doğal seçilim oluyor. Bunu destekleyen biyologlar, safra sineklerini nesilden nesile gözlemlediklerinde, belirli bir sinek soyunun hepsinin benzer urlar ürettiğini gördüler. Öd, bitki tarafından yapılır ve yine de parazitin işidir, evrimi tarafından şekillendirilir, konağının değil.

Parazitlerin ev sahiplerine sıkıcı yan ürünler değil de evrim tarafından üretilen uyarlamalar olan ne kadar çok şey yaptıkları gerçekten şaşırtıcı. Zararın kendisi bile genellikle bir adaptasyondur. Yakından ilişkili parazitler, konakçılarına veya aradaki herhangi bir gölgeye karşı nazik veya acımasız olabilir. Leishmania, türüne bağlı olarak birkaç yaraya neden olabilir veya yüzünüzü yiyip bitirebilir. Yakın zamana kadar bilim adamları, parazitlerin konakçıları üzerinde nasıl bu kadar farklı etkilere sahip olabileceğini düşünmediler. Doktorlar çare aramakla meşguldü ve evrimsel biyologlar parazitlerden çok konakçılarla ilgileniyorlardı. Parazitler yeni bir ev sahibi türe ilk sıçradıklarında çok fazla zarar verdikleri düşüncesiyle farklılıkları görmezden geldiler. Kendilerine ince ayar yapma şansı bulduklarında, hikayeye göre parazitler yavaş yavaş yumuşar.

Pek çok parazit yanlışlıkla kendilerini yeni konakçılarda bulduğunda durum kesinlikle böyledir. Örneğin, sparganoz adı verilen bir hastalığa, ara konak olarak kopepodları kullanan ve bir kurbağanın içinde olgunlaşan bir tenya türü neden olur. Bir insan kopepod'u yanlışlıkla bir bardak suda yutarsa, tenya bağırsaklardan dışarı çıkar ve bir kurbağada kullandığı işaretlerin ve işaretlerin hiç biri olmadan vücutta şaşkınlık içinde dolaşacaktır. Derinin altında rastgele zikzak çizerken, tenya birkaç santim uzunluğunda büyür, ardından gelen dokuyu yok eder ve ev sahibini ıstıraba sürükler. Yeterince kurbağa tenyası kendilerini insanların içinde bulursa, yeni bir konakçıya daha iyi adapte olmuş yeni bir türe dönüşebilirler. Eğer yaparlarsa, geleneksel görüşe göre, yeni konakçılarına daha az zarar veren herhangi bir mutasyon için doğal seçilim tarafından fazlasıyla ödüllendirileceklerdi. Ne de olsa, konakçıları ölürse, parazitler de onunla birlikte ölürdü. Olgunluğun bilgeliği nezaket getirir.

Biyologların bu görüşü gerçekten test edebilecek ilk deneyleri gerçekleştirmeleri 1990'lara kadar sürdü. Dieter Ebert adlı Alman evrimci biyolog, bunlardan birini su pireleri kullanarak gerçekleştirdi. Su pireleri bazen bağırsaklarında yaşayan ve onlara ishal yapan Leistophora intestinalis adlı parazitik bir protozoondan muzdariptir ; ishal, parazitin sporlarını da beraberinde taşır ve onları aynı havuzdaki diğer su pirelerine yayar. Ebert, İngiltere, Almanya ve Rusya'dan pire topladı ve her popülasyondan parazitsiz koloniler yetiştirdi. Daha sonra kolonilere Leistophora bulaştırdı , ancak yalnızca İngiliz havuzlarında yaşamış olanları kullandı.

Parazitler hakkındaki geleneksel fikirlere göre, İngiliz su pireleri en iyi durumda olmalıydı. Ne de olsa, İngiliz Leistophora İngiliz su pirelerinin içinde anlatılmamış nesiller geçirmiş ve teorik olarak yumuşak bir şekilde bir arada var olmuştu. Ama Ebert

aslında bunun tersinin gerçekleştiğini buldu. İngiliz pireleri, Alman ve Rus pirelerinden çok daha fazla parazitle yüklendi: daha yavaş büyüdüler, daha az yumurta bıraktılar ve daha fazla sayıda öldüler. İngiliz asalakları İngiliz pirelerine uyum sağlamak için daha fazla zamana sahip olsalar da, hâlâ kötüydüler.

Ebert'in bulguları bazı biyologları şaşırtmadı. Ev sahipleri ve parazitler arasındaki ilişkinin matematiksel modellerini oluşturmuşlar ve akrabalığın neden küçümsemeye neden olabileceğine dair teorik nedenler keşfetmişlerdi. Doğal seçilim, kendilerini diğerlerinden daha sık kopyalayabilen genleri destekler. Açıkçası, bir paraziti konakçısı için anında öldürücü yapan bir gen, bu dünyada fazla ileri gidemeyecektir. Yine de, çok iyi huylu bir parazit artık başarılı olamaz. Ev sahibinden neredeyse hiçbir şey almadığı için kendisini yeniden üretecek kadar enerjisi olmayacak ve aynı evrimsel çıkmaza girecektir. Bir parazitin ev sahibine -biyologların virülans dediği şey- sert muamelesi bir değiş tokuşu içerir. Parazit bir yandan konakçısından olabildiğince çok yararlanmak isterken, diğer yandan da ev sahibinin hayatta kalmasını ister. Bu çatışmalar arasındaki denge noktası, bir parazit için en uygun virülanstır. Ve çoğu zaman, bu optimal virülans oldukça kısırdır.

Virülansın çalışma şekli, güvelerin kulaklarında yaşayan akarlar tarafından güzel bir şekilde gösterilmiştir. Güveler, onları ekolokasyon yapan çığlıklarla arayan yarasalara karşı sürekli tetikte olmak zorundadır. Güveler, ultrasonik sinyallerini gönderen yarasaları duyduklarında, bir saldırıdan kaçınmak için hemen kaçmaya ve havada dokuma yapmaya başlarlar. Akarlar bir güve kulağının tümünü - hem dış hem de iç kısımda - kolonize ederse, çok sayıda yavru üretmek için yeterli alana sahip olacaklardır. Ancak güvelerin duymak için kullandığı narin tüylere zarar vererek etrafa kök saldıklarında güveyi o kulağında sağır bırakırlar. Bir kulağı devre dışı kalan güve, yarasalardan kaçmakta zorlanır. Her iki kulak da kapanırsa, güve mahkumdur.

Doğa, bu ikilem için iki çözüm üzerinde karar kıldı. Bazı akar türleri, hem dışta hem de içte kulağın tamamına yerleşir. Ancak güvelerin yalnızca bir kulağında yaşarlar ve ev sahibine onu yutulmasını önleyecek kadar işitme sağlarlar. Diğer akar türleri her iki kulağın dışında yaşar. Ancak kulak içi mülkün tamamını terk ettikleri için sağır edici akarlardan daha az ürerler ve güveden güveye daha yavaş bulaşırlar.

Biyologlar, öldürücülük teorilerini test etmek için gerçek dünyadaki parazitlerin nasıl davrandığına dair tahminlerde bulunabilirler. Orta Amerika ormanlarında, eşekarısı içinde birkaç parazitik nematod türü yaşar. Bu eşek arıları istisnai yaratıklardır: Dişi yumurtalarını bir incir ağacının çiçeğinin içine bırakır ve ölür. Çiçek dolgun bir meyveye dönüşür ve yaban arılarının yumurtaları çatlar, yaban arısı larvaları incirle beslenir. Yetişkin erkekler ve dişiler olarak olgunlaşırlar ve meyvenin içinde çiftleşirler. Dişiler daha sonra yumurtalarını bırakacakları yeni bir incir bulmak için incirden ayrılırlar. Ayrılırken vücutlarında polen toplarlar ve yeni bir incir çiçeği bulduklarında onu döllеyerek yeni bir tohum üretimini tetiklerler.

Hem bitki hem de hayvan için hoş bir simbiyoz: incir, çiftleşmek için yaban arısına, yaban arısı da yavrularını yetiştirecek bir yer bulmak için incire bağlıdır. Ancak bu mutlu sahneye nematod girer. Bazı incirler bu parazitlerle delik deşik olmuştur ve yumurta taşıyan dişi yaban arısı ayrılmaya hazırlanırken, bir nematod sürünerek onun üzerine çıkar.

otostop. Yaban arısı yeni bir incire ulaştığında, nematod vücuduna girmiş ve bağırsaklarını yutmaktadır. Yaban arısı incire girer ve yumurtalarını bırakır ama parazit kendi yumurtalarını da onun vücuduna bırakmıştır. Yaban arısı yumurtlamayı bitirdiğinde, parazit onu öldürür ve vücudundan yarım düzine kadar yeni nematod çıkar.

Yaban arıları ve nematodlar, 40 milyon yıldan fazla bir süredir konakçı ve parazit olarak birlikte yaşıyorlar - uzun, saygıdeğer bir birliktelik. Türden türe yaban arılarının farklı yumurtlama alışkanlıkları vardır: Bazıları yalnızca diğer yaban arılarının dokunmadığı bir incire yumurtlar, böylece incir yavruları kendilerine kalır. Diğer türler, diğer eşek arılarının yanında yumurtlamayı umursamazlar. Virülans teorisi, incir arılarında yaşayan nematodlar hakkında bir tahminde bulunur. Tek başına yumurta bırakan bir yaban arısını enfekte eden nematodlar, konukçularını hassas bir şekilde ele almalıdır. Yaban arısını çok çabuk mahvederlerse, yalnızca birkaç yumurta bırakabilir veya hiç yumurta bırakamayabilir. Bu durumda nematodun kendi yavrusu incirlerinde daha az potansiyel konukçuya sahip olur ve hayatta kalma şansları daha kötü olur.

Aynısı, daha komşu eşek arılarının parazitleri için geçerli değil. Bir nematodun yavruları bir incirde yumurtadan çıktıklarında, orada asalaklaştırabilecekleri başka eşek arıları bulmaları muhtemeldir. Bir nematodun kendi ev sahibine yaptığı şey, yavruları için herhangi bir risk oluşturmaz, bu nedenle bu parazitlerin çok daha kötü olmasını beklersiniz. Biyolog Edward Herre, Panama'da on yıldan fazla bir süre incir eşekarısı ve onların parazitleri üzerinde çalıştı ve on bir türle ilgili kayıtlarına baktığında, bunların gerçekten de tahmin edilen örüntüye uyduklarını gördü; bu, öldürücülük teorisi için güçlü bir kanıtlamaydı.

Parazitologlar, virülans yasalarını incelemek için akarlar, nematodlar, mantarlar, virüsler ve hatta haydut DNA gibi hemen hemen tüm parazitlerle çalışabilirler. Konukçu insan, yarasa, yaban arısı, meşe ağacı olabilir. Aynı denklemler hala geçerlidir. Bilim adamları parazitlere bu evrimsel bakış açısıyla baktıklarında, onları geleneksel olarak ayıran duvarlar aniden yıkılır. Evet, hepsi hayat ağacının farklı dallarında bulunur; evet, hepsi kökten farklı özgür yaşayan atalardan geliyor. Ancak bu uçurumlar, benzerliklerini daha da dikkat çekici kılıyor. Darwin'in kendisi, farklı soyların bağımsız olarak aynı forma doğru evrimleşebileceğini fark etti. Bir mavi yüzgeçli orkinos ve bir şişe burunlu yunus, 400 milyon yıldan fazla farklı evrimle ayrılır. Ancak ataları bundan 50 milyon yıl önce çakallara benzeyen yunus, gözyaşı damlası şeklinde bir gövdeye, sert bir gövdeye ve hilal şeklinde dar boyunlu bir kuyruğa evrilmiştir ve bunların hepsine ton balığı sahiptir. Biyologlar bu bir araya gelmeyi yakınsama olarak adlandırırlar ve parazitler, tüm organizmalar arasında en dikkat çekici biçimde yakınsak olanlardır. Serbest yaşayan nematodlar, topraktan ağaçların köklerine taşındılar ve burada bireysel genleri açıp kapatma ve bireysel bitki hücrelerini rahat barınaklara dönüştürme yeteneğini geliştirdiler. Başka bir nematod soyu, memelilerin kaslarındaki hücrelere aynı şeyi yapan bir parazit olan Trichinella'yı üretti. Lancet fluke, bir karıncayı bir çim bıçağının tepesine tırmanmaya ve orada kenetlenmeye zorlayabilen kimyasallar geliştirmiştir. Aynı başarı mantarlar tarafından gerçekleştirilir. Neşter kelebekleri ve mantarların son ortak atasını bulmak için, okyanusları bir milyar yıl veya daha önce yaşamış tek hücreli bir yaratık için keşfetmeniz gerekir. Yine de bunca zamandan sonra ikisi de ev sahiplerini kontrol etmek için aynı taktikle karşılaşmayı başardılar.

Ölümcüllük yasaları aynı zamanda yakınsama üzerine inşa edilmiştir ve bunlar,

hastalıklarla savaşma şeklimiz. HIV gibi bir virüsün, tıpkı bir nematodun yaptığı gibi, çoğalmak için konaktan konakçıya gitmesi gerekir. Bir HIV türünün seyahat etmesi daha kolay hale gelirse, belirli bir konakçıda daha hızlı çoğalabilir (ve ona daha fazla zarar verebilir). AIDS salgını böyle gelişti: İnsanların çok sayıda cinsel partnere sahip olduğu toplumlarda virüs, konağının bağışıklık sistemini daha hızlı yok ediyor. Koleraya, suda dolaşan ve konakçısından ishale neden olarak kaçan Vibrio cholerae adlı bir bakteri neden olur . Suyun arıtıldığı ve Vibrio'nun yeni bir konakçıya bulaştırma ihtimalinin düşük olduğu yerlerde hastalık daha hafif seyrediyor. Sanitasyonun olmadığı yerlerde, bakteriler daha kötü olmayı göze alabilir.

Parazitlerin milyarlarca yılı aşan tarihi daha yeni ortaya çıkmaya başlıyor, ancak daha şimdiden yozlaşmanın onun yol gösterici gücü olmadığını açıkça ortaya koydu. Parazitler gerçekten de evrimleri boyunca bazı özelliklerini kaybetmiş olabilirler, ama yine de kendi tarihimizde kuyruklarımızı, kürklerimizi, sert kabuklu yumurtalarımızı kaybettik. Lankester, Sacculina'nın olgunlaştıkça segmentlerini ve uzantılarını nasıl kaybettiği karşısında dehşete düştü. Annesinin rahminde solungaç kalıntıları geliştirip sonra ciğerleri büyürken onları kaybetmesinden de aynı kolaylıkla tiksinebilirdi. Parazitler Dünya'nın üçüncü büyük yaşam alanını kolonileştirdikçe, eski anatomilerinin bir kısmını kaybettiler, ancak bilim adamlarının hala anlamaya çalıştığı her türden yeni uyarlamalar geliştirdiler.

Ulusal Parazit Koleksiyonu'ndaki günün sonunda, Eric Hoberg'le ofisinde slaytları inceleyerek ve konuşarak bir öğleden sonra geçirdikten sonra, koleksiyona geri dönüp dönemeyeceğimi sordum. "Elbette. Senin için kilidini açmama izin ver," dedi. Aşağıya indik ve kapıyı o açtı. Artık boştu; Donald Poling o günkü slayt kazımasını bitirmiş ve eve gitmişti. İçeri girdiğimde, Hoberg kapının yanında durup bir şeye ihtiyacım olup olmadığını sormamı söyledi ve sonra beni içeri aldı. Ağır kapı, istediğimden daha kesin bir şekilde kapandı. Şimdi parazitlerle kapana kısılmıştım. Ama onlarla kapalı kalmaya alıştıktan sonra, burası meditatif bir hal aldı.

Bu, büyük bir parazit diasporası eksik olmasına rağmen parazitler için düşünebildiğim gerçek bir müzeye en yakın şeydi - entomoloji koleksiyonlarına dağılmış parazit eşek arıları ve öd yapıcılar, tropikal tıp okullarında gizlenmiş protozoa, ellerde Sacculina Midye konusunda Danimarkalı bir uzmanın. Bir gün, diye düşündüm, hepiniz yeniden bir araya geleceksiniz ve belki de eski bir kobay ahırından daha klas bir yerde.

6

İçeriden Evrim

Bilgeler, düşmanlarından çok şey öğrenirler.

—Aristophanes, Kuşlar

Türlerin Kökeni hüzünlü bir kitap. Darwin, Tanrı'nın Dünya'ya mükemmel bir uyum içinde dengeli türler koymadığını söylüyordu. Geniş, devam eden bir ölümden doğarlar. "Doğanın yüzünü memnuniyetle parıldayarak görüyoruz, sık sık bol miktarda yiyecek görüyoruz" diye yazdı. "Çevremizde boş boş şakıyan kuşların çoğunlukla böceklerle ya da tohumlarla beslendiklerini ve bu nedenle sürekli yaşamı yok ettiklerini görmüyoruz ya da unutuyoruz; ya da bu ötücülerin, yumurtalarının ya da yavrularının kuşlar ve yırtıcı hayvanlar tarafından ne kadar büyük ölçüde yok edildiğini unutuyoruz." Çoğu bitki ve hayvanın hiç bir zaman üreme şansı olmadığını, çünkü bir yırtıcı veya otlayıcı tarafından öldürüldüklerini, kendi türlerinin üyeleri tarafından güneş ışığı veya su için rekabette geride bırakıldıklarını veya sadece açlıktan öldüklerini savundu. Tüm bu tehditlerden sağ kurtulan ve üreyen çok azı başarının sırlarını bir sonraki nesle aktarır. Ve tüm bu ölümden, onu kuşların şarkılarına, uçan bir balığın sıçramasına dönüştürebilen doğal seçilim gelir - en azından yüzeysel olarak mutlulukla parıldayan bir dünyaya.

Yine de Darwin, kendisine çok fazla kişisel üzüntü getiren, özellikle güçlü bir evrimsel tehdit hakkında çok az şey söyledi. On çocuğu grip, tifo ve kızıl gibi hastalıklarla mücadele ediyordu ve 1859'da Türlerin Kökeni çıktığında üçü ölmüştü. Darwin'in kendisi yetişkinlik hayatının büyük bir bölümünde yorgunluk, baş dönmesi, kusma ve kalp rahatsızlığıyla acı çekti. Bir keresinde sağlığını şu şekilde tanımlamıştı: "Genç ken iyi, son 33 yıldır kötü." Kimse ona neyin acı çektiğinden emin olmasa da, bazıları onda Chagas hastalığı olduğunu öne sürdü. Chagas hastalığına, uyku hastalığına neden olan Trypanosoma brucei ile ilişkili bir tripanozom türü olan Trypanosoma cruzi neden olur . T. cruzi, sinir sisteminin bazı kısımlarını yavaşça mahveder ve Chagas'tan ölme yolları, çeşitliliği açısından korkunçtur: örneğin, yanlış atan kalbiniz atmayı durdurabilir veya bağırsaklarınız, peristalsis için uygun komutları almayı durdurabilir ve yiyeceklerin birikmesine neden olabilir. kan zehirlenmesinden ölene kadar kolonda. T. cruzi , Güney Amerika'nın ısıran bir böceği olan benchuca tarafından yayılıyor ve Darwin, HMS Beagle ile dünyayı dolaşırken bir tanesi tarafından ısırıldı ; semptomlarının çoğu ancak İngiltere'ye döndüğünde ortaya çıktı. Darwin'lerin kurtlar tarafından yenilmekten veya açlıktan ölmekten endişe etmelerine gerek yoktu, ancak bulaşıcı hastalıklar, yani parazitler, yine de onları mahvedebilirdi.

Parazitlerin hayatın geri kalanında aldığı bedel çok daha ağırdır; bu, evrim açısından yırtıcı hayvanlar ve açlıkla eşit bir bedeldir. Virüsler ve bakteriler işlerini hızlı bir şekilde yapma eğilimindedirler, çılgınca çoğalırlar ve bağışıklık sistemini ya öldüren ya da yenen hastalıklara neden olurlar. Ökaryotik parazitler de hızla ölümcül olabilir -uyku hastalığı ve sıtmanın vahşetine tanık olun- ama başka türden zararlar da verebilirler.

Keneler ve bitler sadece deride yaşayabilirler, ancak konakçılarını sıska ve zayıf bırakabilirler. Bağırsak solucanları, konakçılarının yıllarca yaşamasına izin verebilir, ancak büyümelerini engeller ve yavrularını keser. Kevin Lafferty'nin Carpinteria tuz bataklığında incelediği şanslar, killifish konakçılarını kendileri yok etmez, ancak onları dans eden kuş yemi haline getirir. Sacculina ile enfekte bir yengeç uzun bir hayat yaşayabilir, ancak paraziti tarafından kısırlaştırıldığı için genlerini aktaramaz. Evrimsel olarak konuşursak, yürüyen bir ceset.

Parazitler, konakçılarının genlerini aktarmalarını engelleyerek yoğun bir doğal seçilim yaratır. Belki de parazitler, Darwin'e ev sahiplerinde yaratıcı bir evrimsel güç olabileceklerini fark etmesi için çok fazla acı çektirdi. Ortaya çıkan evrimin çoğu, beklediğiniz yerde gerçekleşir: hayvanları istilacılardan koruyan bağışıklık sisteminde. Ama aynı zamanda ilk başta hastalıklarla ilgisi yokmuş gibi görünen şeyleri de ortaya çıkarıyor. Bizim ve diğer birçok hayvanın seks yapmasından parazitlerin sorumlu olduğuna dair artan kanıtlar var. Tavus kuşunun kuyruğu ve erkeklerin dişileri çekmek için kullandıkları diğer aletler parazitler sayesinde bize getirilmiş olabilir. Parazitler, karıncalardan maymunlara kadar değişen hayvan topluluklarını şekillendirmiş olabilir.

Parazitler, muhtemelen yaşamın başlangıcından beri konakçılarının evrimini yönlendiriyor. Dört milyar yıl önce, genler gevşek konfederasyonlar oluşturduğunda, asalak genler bunlardan faydalanabilir ve kendilerini diğerlerinden daha hızlı kopyalayabilirdi. Yanıt olarak, bu erken organizmalar muhtemelen genlerini denetlemek için yollar geliştirdiler. Genetik parazitleri aramak ve bastırmaya çalışmaktan başka bir şey yapmayan genleri taşıyan kendi hücrelerimizde bu tür bir izleme bugün de devam etmektedir.

Çok hücreli organizmalar evrimleştiğinde, parazitler için özellikle tercih edilen bir hedef haline geldiler, çünkü her biri yiyecek açısından zengin, büyük ve istikrarlı bir yaşam alanı sunuyordu. Ve çok hücreli organizmalar, kendi hücrelerinin bir kısmının organizmanın geri kalanı pahasına çoğalmaya çalıştığı (kanserle hala karşı karşıya kaldığımız bir sorun) yeni bir tür asalaklıkla da savaşmak zorunda kaldı. Tüm bu baskılar ilk bağışıklık sistemlerinin evrimine yol açtı. Ancak bir konağın parazitlere karşı attığı her adım için, parazitler yanıt olarak bir adım geliştirme özgürlüğüne sahiptir. Diyelim ki bir bağışıklık sistemi, parazitleri daha kolay tanınabilir ve öldürülmesi daha kolay hale getirmek için üzerine koyabileceği bir etiket geliştiriyor. Parazit daha sonra bu etiketi koparmak için ihtiyaç duyduğu araçları geliştirebilir. Bağışıklık sistemleri yanıt olarak giderek daha karmaşık hale geldi; Örneğin, yaklaşık 500 milyon yıl önce, omurgalılar, T ve B hücreleriyle belirli parazit türlerini tanıma ve bunlara karşı antikor yapma becerisini geliştirdiler.

Bu evrimsel ileri-geri sadece zamanın derinliklerinde gerçekleşmedi. Bugün oluyor ve biyologlar, doğru türde deneyler yaparlarsa, bunu iş başında izleyebilirler. İngiltere'deki Imperial College'dan AR Kraaijeveld, meyve sinekleri ve onlara asalak olan yaban arıları üzerinde böyle bir deney yaptı. Deneyi için bir yaban arısı ve onun konakçı türlerinden ikisini seçti: meyve sinekleri Drosophila subobscura ve Drosophila melanogaster. Yaban arılarını D. subobscura sineklerinde büyüttü ve ardından birkaç düzine paraziti D. melanogaster ile bir odaya koydu. Yaban arıları bu yeni konukçuları asalaklaştırdı ve her yirmi D. melanogaster'dan on dokuzunu öldürdüler . Ancak yirmi D. melanogaster'dan biri, bağışıklık sistemini düzene sokmayı ve yaban arısı larvalarını öldürmeyi başardı. Kraaijeveld, bu dayanıklı meyve sineklerini aldı ve onları yeni nesil D. melanogaster'ı yetiştirmek için kullandı.

Bu arada Kraaijeveld, eşek arılarını diğer sinekler olan D. subobscura üzerinde büyütmeye devam etti . Yeni nesil D. melanogaster olgunlaştığında, eşek arılarından bazılarını alıp odalarına aktardı. Yaban arıları daha sonra yeni nesil D. melanogaster'a saldıracak ve bir kez daha Kraaijeveld, yeni bir nesil üretmek için hayatta kalanları yetiştirecekti.

Kraaijeveld, eşek arılarını ve sinekleri bu şekilde yetiştirerek, konukçu-parazit maçında boksörlerden birinin gözlerini bağlıyordu. D. melanogaster sinekleri , her nesilde eşek arılarına giderek daha fazla uyum sağlamayı başardı. Ancak Kraaijeveld'in başka bir sinek türü üzerinde yetiştirdiği eşek arılarının, ev sahibi D. melanogaster'ın evrimiyle eşleşme şansı yoktu . Uyumsuzluk, D. melanogaster'ın parazitlerine karşı mücadelesini istikrarlı bir şekilde geliştirmesine izin verdi. Sadece beş kuşakta, yaban arısı larvalarını öldürebilen sineklerin oranı yirmide birden yirmide birden on ikiye yükseldi.

Ev sahipleri ve parazitler, sürekli bir artış içinde (biyologların silahlanma yarışı dediği şey) birlikte evrimleşebilir, ancak çoğu durumda evrimleri daha çok bir atlıkarınca gibi görünebilir.
Parazitler, konakçılarını tanımak, savunmalarında zayıflık bulmak ve içlerinde gelişmek gibi daha iyi bir iş çıkarmak için zamanla gelişirler. Ancak bir ev sahibi tür asla genetik olarak tek tip değildir - bunun yerine her biri kendi gen setine sahip suşlar halinde gelir.
Parazitlerin kendilerine ait varyasyonları vardır ve bunlardan bazıları parazitlere belirli konukçu türlerine karşı yardımcı olabilir. Zamanla, her biri konak suşlarına karşı adapte olmuş parazit suşları ortaya çıkar.

Biyologlar bu yakın ilişkilerin matematiksel modellerini oluşturdular. Bir konakçı türü diğerlerinden daha yaygınsa (buna Ana Bilgisayar A diyelim), ona adapte olmuş herhangi bir parazitin geleceği parlak olacaktır. Ne de olsa, yol boyunca çoğalarak çok sayıda ev sahibi arasında geçiş yapabilirler. Sorun şu ki, parazitler olarak konakçılarının çoğunu öldürür veya devre dışı bırakırlar. Nesilden nesile, Host A, parazitleri başarılarını baltaladıkça kaybolacaktır.

Parazitlerin en yaygın konakçıya gösterdiği dikkat, daha nadir konak suşlarına bir avantaj sağlar. En yaygın parazitler kendilerine saldıracak şekilde uyarlanmadıkları için çoğalma fırsatı yakalarlar. Host A düşerken, başka bir host, örneğin Host B yükselir. Ancak daha sonra Konak B'ye uyum sağlayabilen parazitler, doğal seçilim tarafından ödüllendirilir ve çoğalırlar. Sonunda Host B'nin sayılarını düşürerek Host C'nin, ardından D ve E'nin yükselmesine izin verirler, hatta belki tekrar Host A'ya geri dönerler. Arada sırada bir mutasyon, nadir görülen yeni bir konak türü yaratır. Basitçe Host F olur ve rotasyona girer.

Bu sonsuz yükseliş ve düşüş muhtemelen Lankester'ın zamanındaki biyologları dehşete düşürürdü. Yaşam tarihini, her zaman yozlaşma tehdidi altında olan bir ilerleme yürüyüşü olarak gördüler. Bu yeni tür evrimde ileriye veya geriye doğru bir ilerleme yoktur.
Parazitler, konakçılarını belirli bir yere gitmeden büyük miktarda değişime zorlar. Bir varyant yükselir, sonra düşer ve yerini almak için başka bir varyant yükselir, ancak sırayla düşer. Bu tür bir evrim, epik şiirin malzemesi değil, gerçeküstü çocuk hikayelerinin malzemesidir. Biyologlar , Alice'i aslında hiç bir yere varmayan uzun bir yolculuğa çıkaran Lewis Carroll'ın Aynanın İçinden'indeki karaktere atıfta bulunarak buna Kızıl Kraliçe hipotezi adını verdiler . "Şimdi, burada, görüyorsun, aynı yerde kalabilmek için elinden gelenin en iyisini yapmak gerekiyor," dedi Kızıl Kraliçe .

Yine de, Kızıl Kraliç e hipotezinde bir paradoks var. Her ş ey olduğ u yerde kalmak iç in koş makla ilgili olsa da, evrimin ileriye doğ ru ç ok önemli bir adım atmasına izin vermiş olabilir: seksin icadını getirmiş olabilir.

…

1980'lerin baş ında, Curtis Lively kendini Yeni Zelanda'da seks hakkında merak ederken buldu. Doktora derecesini yeni bitirmiş ti. Kaliforniya Körfezi'ndeki midyeleri inceleyerek evrimsel biyolojide. Yeterlilik sınavlarında cevaplaması gereken sorulardan biri ş uydu: Evrim teorisi cinsiyeti aç ıklamakta neden bu kadar zorlandı? Hiç bir fikri yoktu.

Çoğ u insanın sormaya alış ık olduğ u bir soru değ il. “Bir ikinci sınıfa girip 'Neden erkekler var?' diye sorarsanız, size deliymiş siniz gibi bakıyorlar.”
Canlı diyor. "Üremek iç in erkeklere ihtiyacın olduğ unu ve her neslin daha fazla erkek ürettiğ ini söyleyecekler. Bu, memeliler iç in doğ ru olabilir ama birç ok tür iç in doğ ru değ il. Herhangi bir ş eyin bunu yapabileceğ ini, erkekler ve seks olmadan üreyebileceğ ini düş ünmek onlar iç in ş aş ırtıcı. Seks ve üreme ç oğ u insanın beyninde kaynaş mış tır.”

Bakteriler, pek ç ok tek hücreli ökaryot gibi, zamanı geldiğ inde basitç e ikiye bölünürler. Birç ok bitki ve hayvan kendi kendilerine oldukç a rahat bir ş ekilde üreme yeteneğ ine sahiptir. Eş eyli üreyen türler arasında bile ç oğ u klonlamaya geç ebilir. Bir Colorado dağ ının yamacında titreyen yüzlerce titrek kavak ağ acının arasından yürürseniz, tohumlardan değ il, tek bir ağ acın köklerinden üretilen ve yenilerini oluş turmak iç in topraktan ç ıkan bir klon ormanından geç iyor olabilirsiniz. fidanlar. Deniz sümüklü böcekleri ve solucanlar gibi hermafroditler, erkek ve diş i cinsel organlarla donatılmış tır ve kendilerini döllеyebilir veya bir baş kasıyla ç iftleş ebilir. Bazı kertenkele türlerinin hepsi annedir: partenogenez adı verilen bir süreç te, bir ş ekilde döllenmemiş yumurtalarını geliş meye baş lamaları iç in tetiklerler. Bu diğ er üreme yöntemleriyle karş ılaş tırıldığ ında, seks yavaş ve maliyetlidir. Yüz partenogenetik diş i kertenkele, elli erkek ve elli diş iden ç ok daha fazla yavru üretebilir. Sadece elli nesilde, klonlanan tek bir kertenkele, bir milyon cinsel kertenkelenin torunlarını batırabilir.

Lively seksin gizemini öğ renirken, onun neden var olduğ unu aç ıklayan sadece bir avuç iyi hipotez vardı. Favorilerden ikisi, Piyango ve Karmakarış ık Banka olarak adlandırıldı. Piyango hipotezine göre seks, istikrarsız ortamlarda yaş amın hayatta kalmasına yardımcı oldu. Bir klon dizisi bir ormanda yeterince iş görebilir, ama ya o orman birkaç yüzyıl iç inde bir bozkıra dönüş ürse? Cinsiyet, organizmaların değ iş imden sağ ç ıkmasına izin verebilecek varyasyonları getirdi.

Tangled Bank hipotezine göre ise seks, yavruları karmaş ık bir dünyaya hazırlar. Herhangi bir ortamda -bir gelgit düzlüğ ü, bir orman gölgeliğ i, bir derin deniz hidrotermal bacası- alan, hayatta kalmak iç in farklı becerilerin gerekli olduğ u farklı niş lere bölünmüş tür. Bir niş iç in özelleş miş bir klon, yalnızca aynı niş i de idare edebilen yavrular doğ urabilir. Ancak seks, genetik desteyi karış tırır ve yavrulara farklı eller verir. “Temel olarak nesilleri yayıyor, böylece onlar

farklı kaynaklar kullanarak," diyor Lively. Döl, yemek için birbirleriyle eskisi kadar kavga etmek zorunda kalmayacak ve bu nedenle bir annenin büyükanne olma olasılığı daha yüksek olacaktır. Karmakarışık Banka hipotezi teoride işe yarasa da pek olası değildi. Farklı gen dizileri tarafından oluşturulan farklı vücut türleri, çalışabilmesi için birbirinden oldukça farklı olmalıydı. Yine de, o zamanlar baskın fikir buydu.

Lively, eşi Lynda Delph Canterbury Üniversitesi'nde evrimsel biyoloji okumak istediği için 1985'te kendini Yeni Zelanda'da buldu. Lively orada doktora sonrası araştırmacı olarak bir iş buldu ve Yeni Zelanda'nın kendisine seksle ilgili farklı açıklamaları test etmesi için bir yol sunup sunamayacağını merak etti. Evrimsel biyolojide, fikirler hızlı ve kolay bir şekilde ortaya çıkma eğilimindedir ve çoğu zaman sefil bir şekilde test edilemez hale gelir. Cinsiyetle ilgili açıklamaları test etmek için Lively'nin incelenecek doğru türü bulması gerekecekti. Cinsel ve aseksüellerin karışımı olmalı. Örneğin, bazı hayvan türleri arasında, klonlarla yan yana yaşayan erkek ve dişi popülasyonları vardır. Diğer türler hermafrodittir ve kendileriyle veya başka bir hayvanla seks yapmayı seçebilirler. Yalnızca bu tür hayvanlarda evrimin nesiller arası etkileri görülebiliyordu, çünkü bir biyolog eşeylilerle eşeysizlerin nasıl geçindiğini karşılaştırabilirdi. Lively, “Tamamen cinsel olan bir şeyle uğraşıyorsanız” diyor, “bir aseksüel için hangi seçimin lehte veya aleyhte olacağını bilmek zor. Ancak her ikisine de sahip olduğunuz bir sisteminiz varsa, artık karşılaştırma için bir temele sahipsiniz.” Örneğin, insanlarda cinsiyetin sürekliliğine dair bir fikri test edemedi, çünkü bunu hepimiz yapıyoruz. Doğal klonlama ile çocuk sahibi olabilecek kayıp bir kabile yok. Kendi evrimsel soyumuzda, seksüeller ve aseksüeller arasındaki yarış yüz milyonlarca yıl önce sona erdi.

Şans eseri, Yeni Zelanda'da Lively'nin araştırmasına mükemmel şekilde uyan bir salyangoz vardı. Potamopyrgus antipodarum olarak adlandırılan çeyrek inçlik salyangoz, ülkedeki çoğu göl, nehir ve derede yaşıyordu. Salyangoz popülasyonlarının çoğu, partenogenezin ürünü olan özdeş klonlar olsa da, bazıları üremek için cinsiyeti kullanan erkek ve dişi formlara bölünmüştü.

Lively, salyangozların yaşam alanlarının üremeleri üzerinde herhangi bir etkisi olup olmadığını görmek için yola çıktı. Akarsularda yaşayan salyangozlar ani sellere maruz kalırken, göllerde yaşayanlar huzurlu ve istikrarlı bir yaşam sürdüler. Piyango hipotezine göre, akarsulardaki salyangozlar istikrarsız bir yerde hayatta kalmak zorunda oldukları için seksten yana olmalı. Tangled Bank hipotezine göre, göllerde farklı nişler için daha fazla rekabet olacak ve orada erkekler talep görecekti.

Salyangozların yaşadığı yüksek dağ göllerine canlı bir yürüyüş yaptı ve ağıyla sulara daldı. Salyangozları orada topladı ve cinsiyetlerini belirlemek için kabuklarını kırdı ve sağ dokunaçlarının arkasında bir penis arayarak onları kesti. Ama salyangozların içine baktığında şaşırmıştı - ona dev sperm gibi görünen şeylerle doluydular. "Maalesef onları üniversitedeki parazitologlardan birine gösterdim ve 'Onlar sperm değil, seni aptal, onlar solucan' dedi." Parazitolog Lively'ye parazitlerin şans eseri olduğunu açıkladı. salyangoz konukçularını hadım ettiler, çoğaldılar ve sonunda son konukçuları olan bir ördeğe dönüştüler.

Parazitolog, bazı yerlerde salyangozların şanslarla delik deşik olduğunu, bazı yerlerde ise onlardan arınmış olduğunu söyledi.

Yine de aşağılanmanın üstesinden gelmek zor değildi, çünkü Lively bu parazitlerin seksin dayanıklılığı için üçüncü bir açıklamayı test etmesine izin verebileceğini fark etti: parazitler sorumluydu. Bu fikir, çeşitli bilim adamları tarafından çeşitli biçimlerde ortaya atılmıştı, ancak en eksiksiz olarak 1980'de Oxford Üniversitesi'nden William Hamilton adlı bir biyolog tarafından ortaya atılmıştı.
Hamilton, ev sahipleri Kızıl Kraliçe ile karşı karşıya kaldıklarında, seksin parazitlerle savaşmak için klonlamadan daha iyi bir strateji olabileceğini savundu.

Klonlama yoluyla üreyen ve genetik olarak farklı on türe bölünmüş bir grup amip düşünün. Diyelim ki bakteriler onlara bulaşıyor ve Kızıl Kraliçe'nin yarışı başlıyor. Bakteriler, her biri farklı bir konak türüne adapte olmuş kendi türlerinde gelir. En yaygın amip türleri, kendi bakteri türleri tarafından ezilir ve bu amip türü yeterli sayıyı kaybettiğinde, parazit spot ışığı farklı bir türe geçer. Bu amipler kendilerini çoğaltmak için klonlandıklarından, her yeni nesil amip, atalarıyla genetik olarak aynı olacaktır. Bakteriler aynı on suşu tekrar tekrar tarar ve bir süre sonra bu suşların bazılarının yok olmasına neden olabilir.

Şimdi bu amiplerden bazılarının seks yapma araçları geliştirdiğini hayal edin. Erkekler ve dişiler genlerinin kopyalarını yaparlar ve yavrularının DNA'sını oluşturmak için onları birleştirir ve genler birleştikçe etrafa karışırlar. Sonuç olarak, yavru, ebeveynlerinden birinin karbon kopyası değil, yeni bir katman genler karmaşasıdır. Artık parazitler ev sahiplerini kovalamakta çok daha zorlanıyor. Eşeyli amiplerin genleri karıştığı için, artık farklı suşlar halinde gelmiyorlar ve parazitlerin onlara kilitlenmesi zorlaşıyor. Kızıl Kraliçe, cinsel organizmaları sonsuz bir koşu için almaya devam ediyor, ancak yavrularının enfekte olma şansı daha düşük olabilir. Ve bu çeşitliliğin eşeyli amiplere sağladığı koruma, onlara aseksüellerle rekabetlerinde çok önemli bir avantaj sağlayabilir.

Zarif bir fikirdi ama Lively ilk okuduğunda buna gerçekten inanmadı.
"Benim hissim - ve sanırım geneldi - bunun çok zekice bir fikir olduğu yönündeydi, ama bana doğru olma ihtimali düşük geldi. Bunun nedeni, dünyada pek fazla asalaklık görmemiş olmamdır. Yeterince yoğun bir seçici baskıya sahip olacaksanız, bu büyük, hemen göze çarpan etkileri olan bir şey olmalıdır. En azından bu ülkedeki insanlarda, o büyük etkileri görmüyoruz. Ve alan biyolojisi yapan insanlar, esas olarak rekabet veya yırtıcılıkla ilgileniyorlardı. Parazitler konusunda bir gelenek yoktu."

Ancak gerçek şu ki, Lively'nin salyangozları da dahil olmak üzere çoğu hayvan parazitlerle dolu. Hamilton'ın haklı olma ihtimali üzerine Lively, salyangozlarının şans eseri istila edip etmediğini not etmeye karar verdi. "Parazitler teorisi 1980, 1981, 1982'de Hamilton tarafından yeni ortaya atılıyordu, ancak hiç kimse onları test edebileceğiniz sistemler keşfetmemişti. Bu salyangozları kırmaya başlayana kadar biriyle uğraştığımı bilmiyordum. Bunun Hamilton'ın fikrine hitap edebileceğini fark ettim ama virüs olsalardı bunu bilemezdim. Burada korna çalan büyük yüzen solucanlarla uğraşıyoruz ve herkes onları bir diseksiyon mikroskobu altında görebilir."

Lively'nin net bir model görmesi uzun sürmedi. Göllerdeki salyangozlar, akarsulardaki salyangozlardan daha fazla parazitle enfekteydi ve erkeklerin en çok bulunduğu yer göllerdi. Belirli bir göl ne kadar çok istila edildiyse, o kadar çok erkek tuttu. Üç modeli de açıklayabilecek tek hipotez, Kızıl Kraliçe idi: bazı yerlerde

daha fazla parazitin olduğ u yerde, seks iç in daha güç lü bir evrimsel baskı vardı. “Tamamen ş aş ırdım. Sonunda yayınladığ ım veri setinin yarısına sahip olduğ umda, 'Vay canına, bir trend oluş umu var' diye düş ündüm. Bu yüzden dış arı ç ıktım ve gidip gitmediğ ini görmek iç in ç ok daha fazla veri aldım. Olmadı. Daha fazla göl eklemek bunu değ iş tirmedi - son derece cinsel ve yüksek oranda enfekte olan birkaç göl değ ildi.

Lively, Yeni Zelanda salyangozlarından elde edilen ilk sonuç ları 1987'de yayınladı. O zamandan beri cinsellik araş tırmasını meş gul etti. Kızıl Kraliç e hipotezini baş ka ş ekillerde test etti ve ona daha fazla destek buldu. Örneğ in 1994'te doktora sonrası öğ rencisi Jukka Jokela ile Yeni Zelanda'nın güneyindeki İ skenderiye Gölü'ne gitti. Hem sığ hem de derin sulardan salyangoz topladılar. Sığ sularda salyangozlar, kelebeklerin son konakç ısı olan ördeklerle birlikte yaş ar ve ördekler, ş ans eserinin yumurtalarını burada döker. Suda ç ok fazla yumurta olduğ u iç in, salyangozlar kıyıdan uzakta olduğ undan sığ yerlerde daha hastadır. Lively ve Jokela, muhtemelen parazitlerin baskısının bir sonucu olarak, sığ suda da salyangozlar arasında daha fazla erkek olduğ unu buldu. Tek bir gölde, ev sahiplerinin cinsel yaş amlarını ş ekillendiren parazitleri görebiliyorlardı.

Aynı zamanda Lively, diğ er biyologların Kızıl Kraliç e'yi baş ka türlerde iş baş ında bulmasını izledi. Nijerya'da ş istozomiyazise neden olan kan parazitlerini taş ıyan türlerden biri olan Bulinus truncatus adında baş ka bir salyangoz yaş ıyor. Cinsel yaş amı, Lively'nin Yeni Zelanda salyangozlarından daha egzotiktir. Her biri kendi yumurtalarını döllemek ve klonlar üretmek iç in kullanabileceğ i erkek ve diş i gonadlara sahip hermafrodittir. Ancak bazıları, diğ er salyangozlarla ç iftleş mek iç in kullanabilecekleri bir penisle donatılmış tır.

Yeni Zelanda salyangozlarında olduğ u gibi, Nijeryalı türler iç in penis büyütmek ve kendi kendini dölleyebilecekken seks yapmak büyük bir ç aba kaybı gibi görünüyor. Ve Yeni Zelanda'da olduğ u gibi, parazitler ç abaya değ er gibi görünüyor. Parazitolog Stephanie Schrag'a göre salyangozların her yıl bir penis mevsimi vardır. Kuzey Nijerya'da sular Aralık ve Ocak aylarında en soğ uktur. Salyangozlar, penislerle donatılmış daha fazla yavru üretmek iç in soğ uk sıcaklığ ı bir iş aret olarak kullanır - baş ka bir deyiş le, diğ er salyangozlarla ç iftleş ebilen salyangozlar. Daha fazla penisle, salyangozlar arasında daha fazla seks, DNA'larında daha fazla karış ma ve gelecek nesilde daha fazla ç eş itlilik var. Salyangozların olgunlaş ması iç in yaklaş ık üç aya ihtiyacı var, bu nedenle cinsel yolla üretilen bu yeni nesil, Mart ve Haziran ayları arasında reş it oluyor. Mart-Haziran ayları, kuzey Nijerya'da tesadüflerin en kötü olduğ u yılın zamanıdır. Baş ka bir deyiş le, salyangozlar cinselliğ i, yıllık bir parazit saldırısına aylar öncesinden hazırlamak iç in kullanıyor gibi görünüyor.

Kızıl Kraliç e'nin seks üzerindeki etkisine en beklenmedik destek, parazitlerin kendilerinden geldi. Ev sahipleri gibi birç ok parazit de seks yapıyor ve 1997'de İ skoç bilim adamları parazitlerin neden rahatsız olduğ unu sordu. Lively gibi onlar da sadece eş eyli ya da eş eysiz üremeye takılıp kalmayan bir tür aradılar. Adından da anlaş ılacağ ı gibi, farelerin iç inde yaş ayan bir nematod olan Strongyloides ratti'yi seç tiler . Sıç anların bağ ırsaklarında yaş ayan diş iler, erkeklerden herhangi bir yardım almadan yumurtlarlar. Bu yumurtalar farenin vücudundan ayrıldıktan sonra yumurtadan ç ıkarlar ve larvaları iki farklı biç imde ortaya ç ıkar.

Bir formun tamamı diş idir ve zamanını iç ine girecek bir fare arayarak geç irir. Farenin derisine giriyor ve sonra farenin burnuna ulaş ana kadar iç inden kayıyor. Orada farenin koku almak iç in kullandığ ı sinir uç larını bulur ve onları beyne kadar takip eder.
Parazit oradan -kimse ayrıntılarını bilmiyor- bir rota izleyerek

farenin bağırsakları ve yeniden dişi klonlar yapmaya başlar.

Nematodun diğer formu topraktaki yumurtalardan çıkar ve orada kalır. Larvalar olgunlaştığında, sadece dişi olmak yerine hem dişi hem de erkeğe dönüşürler ve klonlamak yerine üremek için eşleşirler. Dişiler döllenmiş yumurtalar bırakarak, farelerin derisine nüfuz edebilen ve bağırsaklarına geri dönebilen yeni nesil solucanlar doğurur. Diğer bir deyişle, Strongyloides yaşam döngüsünü eşeyli ya da eşsiz olarak tamamlayabilir.

İskoç bilim adamları, bir sıçanın bağışıklık sistemindeki bir değişikliğin, parazitlerin seçtikleri üreme türünü etkileyip etkilemediğini görmeye karar verdiler. Strongyloides'i sıçanlara koydular ve sıçanlar parazitlere karşı bir bağışıklık tepkisi oluşturdular. Daha sonra parazitleri vücutlarından temizlemek için farelere solucan önleyici ilaç iğneleri yaptılar. Şimdi fareler ikinci bir istilayı savuşturmak için hazırlandı. Bilim adamları fareleri yeniden enfekte ettiğinde ve yeni nematod dalgası yumurta yapmaya başladığında, onlardan çıkan parazitlerin cinsel formlar olma olasılığı daha yüksekti. Başka bir deneyde, bilim adamları bir sıçanın bağışıklık sistemini radyasyonla bastırdı ve ardından onu Strongyloides ile enfekte etti. Parazitlerin kendilerini klonlama olasılığının seks yapmaktan çok daha yüksek olduğunu buldular.

Bu deneyler, Strongyloides'in eşeysiz üremeyi tercih edeceğini, ancak sağlıklı bir bağışıklık sisteminin onu seks yapmaya zorladığını gösterdi. Lively, "Bağışıklık sisteminiz parazitin bir tür parazitidir" diyor. Parazitler gibi, T hücreleri ve B hücreleri de birçok farklı soyda çoğalır ve en başarılı katiller kendilerini en çok yeniden üretirler. Ev sahipleri gibi parazitler de seks yaparak ve genlerini çeşitlendirerek kendilerini savunabilirler.

Lively ve diğer bilim adamlarının cinsiyetin kökenleri üzerine yaptıkları tüm çalışmalar Kızıl Kraliçe'nin omuzlarına yüklendi ve yine de Kraliçe'nin kendisini bir an için görmek zor oldu. Ev sahibi ile parazit arasındaki mücadelenin bilgisayar simülasyonlarını çalıştıran bazı araştırmacılar, onun gölgesinin monitörlerinde uçuştuğunu gördüler. Lively'nin kendi çalışmasında, onun etkilerini yalnızca eşeyli ve eşeysiz salyangozların yaşadığı yerlerin haritasını çıkararak -belirli bir anda etkilerinin anlık görüntüsünü alarak- görebilmişti. Ama sonunda onun çalışmasının uzaydan çok zamana yayıldığını görecek kadar salyangoz üzerinde çalışmıştı.

Beş yıl boyunca o ve başka bir doktora sonrası öğrencisi; Mark Dybdahl, Poerua Gölü'nde ağlı salyangozlar. Oradaki salyangozların hepsi klondu ve çoğu dört ana soya aitti. Lively ve Dybdahl her yıl dört salyangoz klanının nüfus sayımını yaptı ve nüfuslarının artıp azalmasını izledi. En nadir klonları ve yaygın olanları Lively'nin şu anda çalıştığı Indiana Üniversitesi'ndeki laboratuvarlarına götürdüler. Orada her iki tür salyangozu şanslarına maruz bıraktılar. Çok büyük bir fark buldular: Parazitler, nadir salyangozlara bulaşmakta sıradan salyangozlardan çok daha zordu. İşte Kızıl Kraliçe'nin ana öngörüsü şuydu: Nadir olmak bir organizmaya avantaj sağlar, çünkü parazitler daha yaygın konakçılara daha fazla uyum sağlar.

Daha sonra Poerua Gölü'ndeki salyangozların beş yıl boyunca yaptıkları nüfus sayımına baktılar. Belirli bir yılda, bir salyangoz soyuna bulaşan parazitlerin sayısı ile soyun ne kadar büyük olduğu arasında pek bir bağlantı olmadığını buldular. Ağır parazit yükleri olanlar en yaygın olanları değildi. Ancak beş yıllık bir sicile sahip olan Lively ve Dybdahl, önceki yıllardaki soylara dönüp bakabilirler. Bunu yaptıklarında, belirgin bir

desen fırladı. Belirli bir yılda en ağır parazit yükünü taşıyan salyangoz soyları, birkaç yıl önce en yaygın salyangozlardı ve şimdi düşüşe geçiyorlardı. Salyangozlar seyrek başlamıştı ve sayıları artmıştı ama sonunda parazitler onları yakaladı ve sayılarını düşürmeye başladı.

Şansların evriminin ev sahiplerine yetişmesi biraz zaman aldığından, şanslar en büyük başarılarına ancak salyangozlar azalmaya başladıktan sonra ulaştı.

Bilim adamları, zamanda geriye giderek Kızıl Kraliçe'yi ilk kez işbaşında görebildiler. Alice'in onaylayacağı bir yöntem. Maceralarının bir noktasında Kızıl Kraliçe'yi gözden kaybetti. Gül'e onu nasıl yakalayacağını sordu ve Gül, "Sana diğer yoldan yürümeni tavsiye etmeliyim" diye yanıtladı.

"Bu Alice'e saçmalık gibi geldi, ama uzaktan Kraliçe'yi yalnızca ara sıra gördükten sonra, bu sefer ters yönde yürüme planını deneyeceğini düşündü. Güzel bir şekilde başardı. Bir dakika bile yürümemişti ki kendini Kızıl Kraliçe ile yüz yüze buldu.

...

William Hamilton, cinsiyetin evrimini parazitlerin yönlendirdiğini öne sürdükten kısa bir süre sonra, bu fikrin doğal olarak bir başka fikrin doğmasına yol açtığını fark etti. Seks, organizmaların parazitleri savuşturmasına yardımcı olabilir, ancak kendi başına bela getirir. Bir tavuk olduğunuzu ve genlerinizin Red Queen'in şu anda en yaygın hale getirdiği parazitlerle savaşmak için özellikle uygun olduğunu varsayalım. Civciv sahibi olmak istiyorsun ama bunun için bir horoz bulman gerekiyor ve civcivlerin genlerinin yarısının ondan gelmesi gerekecek. Kötü parazitle savaşan genlere sahip bir horoz seçerseniz, civcivleriniz sonuçlarına katlanacaktır. Eşleriniz konusunda seçici olmanız ve hangi horozların iyi genlere sahip olduğunu bulmaya çalışmanız size fayda sağlar. Horoz o kadar seçici olmak zorunda değil çünkü milyonlarca sperm üretebilir. Öte yandan siz, yaşamınız boyunca yalnızca birkaç düzine yumurta yetiştirebilirsiniz.

Michigan Üniversitesi'nde yüksek lisans öğrencisi olan Marlene Zuk ile birlikte çalışan Hamilton, dişilerin parazitlerle ne kadar iyi savaşabileceklerine karar vermek için erkek davranışlarını değerlendirmelerini önerdi. Zayıf bir talip, çabalarının çoğunu parazitlerle savaşmak için harcamak zorunda kalacak ve geriye çok az kaynak kalacak. Ancak parazitlere direnebilen bir erkek, sağlıklı genlerini dişilere tanıtmak için hâlâ yeterli enerjiye sahip olacaktır. Hamilton ve Zuk, bu reklamların gösterişli, abartılı ve pahalı olması gerektiğini savundu. Bir horozun tarağı, tam da bu tür bir biyolojik özgeçmiş olarak nitelendirilebilir. Horozun hayatta kalmasında özel bir amaca hizmet etmez. Aslında bu onun için bir yük çünkü horozun kırmızı ve kabarık kalması için içine testosteron pompalaması gerekiyor.
Testosteron, bağışıklık sistemini baskılama eğilimindedir ve horozları parazitlerle savaşmada dezavantajlı duruma düşürür.

Parazitler nasıl horozun peteğini oluşturabilirlerse, cennet kuşlarının uzun kuyruk tüylerini yolabilirler. Kızıl kanatlı karatavukları daha kırmızı yapabilirler, erkek dikenli balıkların üzerine parlak benekler koyabilirler ve cırcır böceklerinin sperm paketlerini büyütebilirler. Dişilerin erkekleri yargılamak için kullanabilecekleri her şey parazitlerden etkilenmiş olabilir.

Hamilton ve Zuk fikirlerini 1980'lerin başında basit bir testle sundular. sen yapardın

Genel olarak, pek çok parazitin eyerlediği bir türün üyelerinin, yükü daha hafif olan bir türden daha gösterişli olmasını beklersiniz. Hipotezlerine göre bakteri ve virüslerin erkek görünümü üzerinde büyük bir etkisi olmaz. Ev sahiplerini öldürme veya onlar tarafından öldürülme eğilimindedirler. İlk durumda, teşhiri yapacak erkek kalmamıştır; ikincisinde, hasta bir erkek o kadar iyi iyileşebilirdi ki, daha güçlü erkeklerden ayırt edilemezdi.

Hamilton ve Zuk, Kuzey Amerika ötücü kuşları ve onların kronik, ezici hastalıklara neden olan parazitleri - örneğin kuş sıtması ve Toksoplazma , tripanozomlar ve çeşitli solucanlar ve şanslar - hakkında raporlar topladı. Daha sonra her türün erkeklerinin gösterişliliğini parlaklıkları ve şarkı söylemeleri açısından değerlendirdiler ve en fazla parazite sahip türün en güçlü erkek gösterisine sahip olduğunu buldular.

Bu ilk çalışma, büyük miktarda araştırmaya ilham verdi (aslında, Hamilton'un cinsiyetin kökeni hakkındaki daha geniş teorisinden daha fazla). Zoologlar bu fikirleri cırcır böceklerinin şarkılarında, dikenli balıkların beneklerinde, çit kertenkelelerinin boğaz keselerinde test ettiler. Testlerin çoğunda, özellikle laboratuvar deneylerinde, Hamilton ve Zuk başarılı oldu. Zuk, örneğin, tavukların vahşi akrabaları olan Güneydoğu Asya'dan kırmızı orman tavuğu üzerinde çalıştı. Laboratuvarında dişi orman tavuğunun yaptığı seçimleri takip etti ve seçtikleri erkeklerin ibiklerini ölçtü. Dişilerin sürekli olarak daha uzun ibiklere sahip erkekleri tercih ettiğini buldu.

Daha ayrıntılı bir çalışmada, İsveçli bilim adamları vahşi halka boyunlu sülünler üzerinde çalıştılar. Erkek sülünlerin bacaklarında mahmuzlar vardır ve araştırmacılar, dişilerin hangi erkekle çiftleşeceklerine karar vermek için mahmuzun uzunluğunu kullandıklarını bulmuşlardır. Araştırmacılar daha sonra sülünlerin bağışıklık sistemi genlerine baktılar ve en uzun mahmuzlara sahip sülünlerin belirli bir gen kombinasyonunu paylaştığını buldular. Bu genlerin, erkeklerin parazitlerle savaşmasına yardımcı olmak için gerçekte ne yaptığını bilmiyorlar. Ancak sülünlerin yavrularını gözlemlediler ve uzun mahmuzlu babaların kısa mahmuzlulara göre hayatta kalma şanslarının daha yüksek olduğunu gördüler.

Bu parazit karşıtı reklamların bir erkeğin vücudunun ötesine geçip kadınlara kur yapma şekline kadar uzanmaması için hiç bir neden yok. Orta Afrika'daki Malawi Gölü'nde yaşayan Copadichromis eucinostomus balığının başına gelen de kesinlikle bu gibi görünüyor . Dişileri çekmek için erkekler gölün dibine kumdan çardaklar yaparlar. Bazıları kayaların üzerinde oturan bir avuç tahıldan başka bir şey değilken, diğerleri birkaç santim yüksekliğinde büyük konilerdir. Erkekler, çardaklarını birlikte inşa ederek yoğun mahalleler oluşturur ve her biri, onu gasp etmeye çalışan başıboş erkeklere karşı kendi bölgesini savunur. Dişi balıklar zamanlarının çoğunu kendi başlarına beslenerek geçirirler ancak çiftleşme zamanı geldiğinde çardak mahallesine giderek erkeklerin işlerini denetlerler. Bir dişi bir erkekle çiftleşmeyi seçerse, bir yumurta bırakır ve ağzına koyar. Erkek spermini ağzına koyar ve döllenmiş yumurtayı taşır.

Görünüşe göre dişiler çardakları, hangi erkeklerin tenya gibi parazitlerle savaşma konusunda en iyi işi yaptığını bulmak için kullanıyor. Deneyler, dişilerin büyük, düzgün şekilli çardaklar yapan erkekleri tercih ettiğini ve bu erkeklerin aynı zamanda en az tenya taşıyanlar olduğunu göstermiştir. Tenya taşıyan bir balık, çardağını koruyamayacak kadar yemek yemek için çok zaman harcamak zorunda kalabilir. Çardak böylece tıbbi bir harita ve belki de genetik bir profil haline gelir.

Ancak Hamilton-Zuk hipotezi de birkaç testte başarısız oldu. Örneğin, erkek çöl kurbağaları eşlerini sesleriyle cezbederler, ancak yüksek sesli bir arama , mesanelerinde yaşayan ve onların kanını içen parazit Pseudodiplorchis ile daha iyi savaşabilen bir bağışıklık sistemini yansıtmaz . Bazı çit kertenkele türlerinde, erkeklerin, dişilerin bayıldığı parlak renkli boğaz kanatları vardır, ancak parlaklıkları ile kertenkelelere saldıran Plasmodium gibi parazitler arasında hiç bir bağlantı yoktur .

Bu başarısızlıklar, bilim adamlarının Hamilton-Zuk hipotezini yanlış şekilde test edip etmediklerini merak etmelerine neden oldu. Belirli bir parazit zararlı veya zararsız olabilir ve bu nedenle bir erkeğin görünümü üzerinde büyük bir etkiye sahip olabilir veya hiç olmayabilir. Farklı parazitlerle ilgili çok sayıda çalışmanız varsa, bunları herhangi bir genel sonuca varmak için kullanmak zordur. Parazitleri saymak yerine, bağışıklık sistemini ölçmek daha güvenilir olabilir. Bağışıklık sistemleri birçok farklı türde parazitle başa çıkmak için evrimleşmiştir, bu nedenle genel olarak daha iyi bir ipucu sunabilirler. Mikroskobik beyaz kan hücrelerini saymak dev tenyalardan çok daha zor ama daha iyi bir yöntem olduğu ortaya çıktı. Bağışıklık çalışmaları, Hamilton Zuk hipotezine güçlü ve tutarlı destek sağlar. Peahens, örneğin, daha abartılı kuyrukları olan tavus kuşlarını seçer ve araştırmacılar, daha abartılı kuyrukları olan tavus kuşlarının, parazitlere karşı daha güçlü bir tepki verebilen bağışıklık sistemlerine sahip olduğunu bulmuşlardır.

Hamilton-Zuk hipotezinin yetersiz kalmasının bir başka nedeni de bilim adamlarının yanlış sinyallere bakıyor olmaları olabilir. Ölçmeleri kolay olduğu için horoz ibikleri ve kertenkele keseleri gibi görünür ipuçlarına takılıp kalmışlardır. Ancak cinsiyetler arasındaki iletişim kanalları arasında görme o kadar da önemli olmayabilir. Örneğin fareler müstakbel eşin idrarının kokusunu alabilir ve onun parazit taşıyıp taşımadığını anlayabilir; erkek fare hasta ise dişi uzak duracaktır. Hatta erkeklerin parazitlere karşı güçlerini bir tür abartılı, karşı konulamaz parfümle duyurmak için kokularını kullanmaları bile mümkündür. Bir biyolog şöyle yazıyor: "Bir erkek farenin kokusu, bir tavus kuşunun tüylerinin kimyasal eşdeğeridir."

Ve Hamilton ve Zuk'un fikri diğer hayvanlar için başarısız olsa bile, parazitler zaten çok farklı nedenlerle cinsel yaşamlarını şekillendirmiş olabilir. Bir kez daha, her şey belirli bir hayvanın genlerini nasıl aktardığına bağlı. Arılar arasında, genç kraliçeler yaz sonunda bir erkek maiyetiyle birlikte doğum yeri olan kovanı terk ederler. Onlarla çiftleştikten sonra erkekler ölür, ancak kraliçe kışı atlatır ve önceki sonbaharda döllenen yumurtalarla yeni bir koloni başlatmak için ilkbaharda ortaya çıkar.
Başka bir deyişle, her tür arı, birkaç kraliçenin darboğazından geçer.

Biyologlar, arıların DNA'sını inceleyerek, kraliçelerin evlilik uçuşları sırasında on veya yirmi erkekle çiftleşebileceğini keşfettiler. Bu kadar çok seks, zevk bir yana, maliyetlidir: Çiftleşen bir kraliçe, bir yırtıcı hayvanın saldırısına karşı daha savunmasızdır ve kışı atlatmak için tüm bu sekse dahil olan enerjiyi koruyabilir.

İsviçreli biyolog Paul Schmid-Hempel'in gösterdiği gibi, arılar tüm bu cinsel ilişkiyi parazitlere karşı bir savunma olarak yapıyor olabilir. Kraliçelere sperm enjekte etti ve ardından kraliçelerin doğurduğu kolonileri büyüttü. Bazı kraliçeler, yalnızca birkaç yakın akraba erkeğin spermini alırken, diğerleri dört kat daha fazla genetik çeşitliliğe sahip bir kokteyl aldı. Kraliçenin kolonisi yumurtadan çıkmaya başladığında, Schmid-Hempel kolonileri Basel yakınlarındaki çiçekli bir çayıra çıkardı ve dışarı çıktığı sezon sonuna kadar orada bıraktı.

onları yakalamak için.

Hemen hemen her açıdan, yüksek çeşitlilikteki kraliçelerin yavruları, düşük çeşitlilikteki kraliçelerden parazitlere karşı çok daha güçlüydü. Kolonilerinde çok daha az enfeksiyon, istila eden daha az parazit türü ve belirli bir bireyde daha az parazit vardı.
Yüksek çeşitlilikteki kraliçelerin yavrularının yazın sonuna kadar hayatta kalma olasılığı daha yüksekti, bu da onların gelecekte koloniler üretme olasılığını artırıyordu. Bir kraliçe arı, çiftleşecek tek bir erkeği dikkatle izlemek yerine, gelecekteki kovanında genetik bir gökkuşağı yaratmak için birçok talip arayabilir.

…

Bir bağışıklık sistemi, parazitlerin hayatta kalması için ne kadar kritik olabilirse, özellikle de hızla gelişebilen bir bağışıklık sistemi, gerçekten son çare bir savunmadır. Hendeği çoktan aşmış ve kalenin içinde olan işgalcilere karşı savaşır. Parazitlerin içeri girmesini engellemek çok daha iyi olurdu. Evrim mecbur etti. Ev sahipleri, vücutlarının şekilleri, davranışları, çiftleşme biçimleri ve hatta toplumlarının şekliyle parazitlerle savaşmak için adapte olmuşlardır - hepsi parazitleri uzakta tutmak için tasarlanmıştır.

Pek çok böcek, özellikle parazitleri savuşturmak için şekillendirilmiştir. Larva gençlikleri sırasında bazı türler, eşek arılarını yumurtalarını içeriye bırakmaya çalışmaktan caydıran sivri uçlar ve sert kürklerle kaplıdır. Bazılarının vücutlarında, üzerlerine konmaya çalışan bir yaban arısını dolaştıran, ayrılabilir diken tutamları vardır. Kelebekler koza oluşturduğunda, bazen kozaları uzun bir ipek ipliğinden sallarlar, bu da eşek arılarının kürklerini delmek için yeterli gücü elde etmelerini imkansız hale getirir.

Bazı böcekler için zırh yeterli değildir. Örneğin binlerce karınca türü, karşılık gelen binlerce asalak sinek türü tarafından eziyet ediliyor. Sinek, karıncaların yuvalarından yiyeceklerine kadar yaptıkları yolun üzerine tünerler. Uygun bir karınca altından geçtiğinde, sinek karıncanın sırtına dalar ve yumurtlama tüpünü karıncanın kafası ile vücudunun geri kalanı arasındaki boşluğa sıkıştırır. Hızla yumurtalar çatlar ve kurtçuklar karıncanın iç kısmına doğru yol alırlar ve sonra karıncanın kafasına giderler. Bu larvalar kas yiyicilerdir. Bir memelide pazıya ya da uyluğa girmeleri mantıklı olabilir ama karıncalarda en etli yer kafadır.

Bizim beyinle dolu kafataslarımızın aksine, karıncaların kafatasları yalnızca gevşek bir nöron yumağı tutar, geri kalan boşluk ısıran çenelerine güç veren kaslara ayrılmıştır. Karınca kafasının içindeki bir kurtçuk, sinirlerden dikkatle kaçınarak kasları kemirir ve tüm boşluğu doldurana kadar büyür. Sonunda, bir gün karınca korkunç sonuyla karşılaşır: parazit, kafa ile vücudun geri kalanı arasındaki bağlantıyı çözer. Olgun bir portakal gibi yere düşer. Başsız konukçu tökezlerken sinek bir sonraki aşamasına geçerek pupasını oluşturur. Diğer böcekler, kozalarını elementlere ve açavcılara maruz bırakarak örmek zorundadır, ancak sinek, bir karınca kafasının sert beşiğinde rahatça gelişir.

Bu sinekler o kadar yıkıcıdır ki, karıncalar onlara karşı savunma manevraları geliştirmiştir. Bazıları sineklerden kaçmak için koşacak; diğerleri oldukları yerde dururlar ve tepelerinde bir sinek olduğunu hissettikleri anda çenelerini gıcırdatarak çılgınca sallanmaya başlarlar. A

tek bir asalak sinek, izlerinin altı fitlik kısmındaki yüz karıncayı durdurabilir. Sinek bir türün sırtına konur ve yumurtalarını başının arkasına bırakmaya hazırlanırsa, karınca aniden kafasını vücuduna yaslar ve sineği mengenesinde ezer.

Yaprak kesen karıncalar arasında bu sinekler, tüm sosyal yapılarını değiştirmiştir. Yaprak kesen karıncalar yuvalarından ağaçlara seyahat eder, yaprakları keser ve orman zemininde bir yeşil konfeti geçidi oluşturarak eve geri götürür. Yaprak kesiciler, Latin Amerika'nın birçok ormanında baskın otçullardır - aslında yaprakları yememelerine rağmen minyatür yaban arıları. Bunun yerine, onları kolonilerine getiriyorlar ve orada onları mantar bahçeleri yetiştirmek için kullanıyorlar ve bu mantarlar daha sonra onların yemeği oluyor. Teknik olmak istiyorsanız, yaprak kesiciler mantar yetiştiricileri kadar otçul değildir.

Yaprak kesici koloniler, yaprakları eve taşıyan büyük karıncalar ve küçük karıncalar olarak ikiye ayrılır. Küçük karıncalar (minim olarak bilinirler) bahçelerle ilgilenirler ve büyük karıncalar tarafından eve getirilen yaprakların üzerinde de bulunabilirler. Entomologlar, minimlerin neden böyle otostop çekerek zamanlarını boşa harcadıkları konusunda uzun süredir şaşkınlar. Bazıları, enerji tasarrufu için ağaçlarda başka tür yiyecekler, belki özsuyu toplamaları ve sonra yapraklar üzerinde eve gitmeleri gerektiğini önerdi. Aslında, minimler asalak koruyuculardır. Yaprak kesicilere saldıran asalak sineklerin konakçılarına karşı özel bir yaklaşımları vardır: Yaprak parçalarının üzerine konurlar ve karıncaların onu çeneleriyle kavradıkları yere kadar sürünürler. Sinek daha sonra çene ile karıncanın kafası arasındaki boşluğa yumurta bırakır. Otostop çeken minimler, çeneleri açık, yapraklarda veya tepedeki tünekte devriye geziyor. Bir sinekle karşılaştıklarında onu korkutur, hatta öldürürler.

Daha büyük hayvanlar için parazitlerle mücadele, bir karıncanın sinekle güreşmesi kadar belirgin olmasa da, aynı derecede yoğundur. Memeliler sürekli olarak kan emen veya deriye yumurtalarını bırakan parazitler (bitler, pireler, keneler, bot sinekleri, vida kurtları ve savaş böcekleri) tarafından saldırıya uğrar. Buna karşılık, memeliler saplantılı tımarcılara dönüştü. Bir ceylanın tembelce kuyruğunu sallaması ve burnunu burnuna sürtmesi barışın resmi gibi görünebilir ama aslında bir işgal ordusuna karşı ağır çekim bir mücadele içindedir. Ceylanın dişleri tırmık şeklindedir, yemesine yardımcı olmak için değil, bitleri, keneleri ve pireleri sıyırmak için. Dişleri bloke olursa kene yükü sekiz kat patlar. Ceylanlar herhangi bir sıyrık karşısında kendilerini temizlemezler; parazitler çok amansız oldukları için saat benzeri bir programa göre kendilerini temizlerler. Tımar, bir hayvanın yemek yemesi ve avcıların saldırılarına karşı korunmak için ihtiyaç duyduğu zamanı kısaltır. Bir sürüdeki en iyi impala, erkek rakiplere karşı tetikte olmakla çok meşgul olduğu için -dişilerden altı kat daha fazla- kenelerle dolu.

Bir hayvan toplumunun şekli de parazitlerin azalmasına yardımcı olabilir. Hayvanlar kendilerini yırtıcılardan bu şekilde korurlar. Sürülerde kalan balıklar uyanıklıklarını bir araya toplayabilir; İçlerinden herhangi biri bir yırtıcıyı algılar algılamaz hepsi yüzerek uzaklaşabilir. Ve avcı saldırsa bile, okulun her bir üyesinin öldürülme ihtimali, tek başına olmasına göre daha düşük. Paraziti aslanın yanına koymanın zamanı geldi. Bir sürünün boyutunu artırmak, yalnızca her ceylanın bir aslan tarafından yenilme olasılığını azaltmakla kalmayacak, aynı zamanda her bir bireyin bir kene veya başka bir kan emici tarafından saldırıya uğrama olasılığını da azaltacaktır. Öte yandan, parazitler aynı anda sürülerin fazla büyümesini de engelleyebilir. Hayvanlar gittikçe daha büyük gruplar halinde bir araya toplandıkça,

İster hapşırıkla taşınan virüsler, ister burunla bulaşan pireler veya aç bir sivrisinek tarafından taşınan Plasmodium olsun, konaktan konakçıya geçen bazı parazitler.

Berkeley'deki California Üniversitesi'nden bir primatolog olan Katherine Milton'a göre, parazitler hayvanlara görgü kurallarını bile öğretebilir. Milton, Orta Amerika'nın uluyan maymunlarını inceler ve parazitlerinden birinin acımasızlığına çarpılır: birincil vida kurdu. Bu sinek, memelilerde açık yara arar; kene ısırığının açtığı deliği bile bulabilir. Yumurtalarını yaranın içine bırakır ve yumurtadan çıkan larvalar konakçının etini yemeye başlar. Bu süreçte o kadar çok zarar verirler ki uluyan bir maymunu kolaylıkla öldürebilirler.

Vida kurdu, uluyan maymunları eşleri veya bölgeleri için birbirleriyle kavga etmekten çekinebilir. Dövüş sadece küçük bir itişme olabilir, ancak bir maymunun tırmıklanması durumunda, bir vida kurdu bunu şimdiye kadarki son itişme haline getirebilir. Vida kurtları yara bulmada o kadar etkilidir ki, evrim vahşi uluyan maymunlara kaşlarını çatabilir. Bunun yerine, onları cana yakın yaratıklar yapmış olabilir ve onları ısırmak ve tırmalamak yerine uluma ve tokatlamak gibi incinmeden birbirleriyle yüzleşmenin yollarını geliştirmeye teşvik etmiş olabilir. Dövüşlerden kaçınmanın yollarını bulan birçok başka memeli de var ve parazitlerden de kaçınmaya çalışıyor olmaları muhtemel.

Bir ev sahibi için en iyi strateji, bir parazitle hiç karşılaşmamaktır. Ev sahiplerinin parazitlerin farkına varmamak için yaptıkları bazı uyarlamalar o kadar grotesk, o kadar aşırı ki, ilk başta bunların aslında parazitler için tasarlandıklarını söylemek zor. Yaprak yuvarlayan tırtılları düşünün. Bir istisna dışında oldukça sıradan böcek larvalarıdır: dışkılarını obüs gibi ateşlerler. Tırtıldan bir miktar lif çıkmaya başladığında, mafsallı bir levhayı anüsünü çevreleyen bir kan damarı halkasına doğru iter. Kan basıncı, tırtılın daha sonra serbest bıraktığı plakanın arkasında oluşur. Kanın basıncı dışkılara o kadar ani bir şekilde çarpar ki, onları iki fit uzağa taşıyan yükselen bir kavisle saniyede üç fit fırlatır.

Bir anal topun evrimini ne yönlendirmiş olabilir ki? Parazitler olabilir.
Asalak yaban arıları, yaprak yuvarlayan tırtıl gibi bir larvaya yerleştiğinde, en iyi ipuçlarından biri, ev sahibinin dışkısının kokusudur. Tırtıllar yerleşik olduklarından ve daldan dala yarışmadıklarından, dışkıları normalde yanlarında birikecektir.
Yaban arıları tarafından yaprak silindiri tırtıllarına uygulanan yoğun baskı, yüksek basınçlı dışkı ateşlemesinin evrimini zorladı. Tırtılların dışkılarını onlardan uzaklaştırarak, eşek arıları tarafından bulunmama şansları daha yüksektir.

Omurgalılar da böcekler gibi parazitlerden kaçınmak için ellerinden geleni yapacaktır. İnek gübresi, etrafındaki çimleri gübreleyerek gür ve uzun büyümesini sağlar, ancak inekler genellikle uzak durur. Mesafelerini koruyorlar çünkü gübre genellikle akciğer kurdu gibi parazitlerin yumurtalarını taşıyor ve bunlardan çıkan parazitler bir inek tarafından yenme umuduyla komşu çim bıçaklarına tırmanıyor. Bazı araştırmacılar, karibu ve antilop gibi uzun göçler yapan memelilerin, yol boyunca parazit yoğun noktalardan kaçınmak için rotalarını kısmen çizdiklerini öne sürdüler. Kırlangıçlar, yuvalarının solucanlar, pireler ve diğer parazitler tarafından istila edildiğini keşfetmedikçe eski yuvalarına geri dönecek ve onları yeniden kullanacaklar, bu durumda yeni bir yuva yapacaklar. Eğer

babunlar uyudukları bölgenin nematodlar tarafından istila edildiğini keşfederler, uzaklaşacaklar ve parazitler ölene kadar geri dönmeyecekler. Mor kırlangıçlar, yuvalarını doğal parazit öldürücüler içeren yabani havuç ve pire gibi bitkilerle hizalayacak kadar ileri gider. Baykuşlar bazen kör yılanları yakalarlar ama yavrularını beslemek için onları parçalamak yerine yuvalarına atarlar. Orada yılanlar hizmetçi gibi hareket eder, yuvanın köşelerine sızar ve orada buldukları parazitleri yerler.

…

Annen balık yetiştiricileri konusunda mükemmel bir yargıç olsa bile, sinek öldürücü kafa vuruşunu mükemmelleştirmiş olsan bile, otlarını komşu çayırlara fırlatabilsen bile, sonunda içinde bir parazit bulabilirsin. Bağışıklık sisteminiz, istilayı savuşturmak için elinden gelenin en iyisini yapacaktır; parazitlerin evrimsel baskısı sayesinde ortaya çıkan son derece hassas bir savunma sistemidir. Ancak ev sahipleri başka tür savaşlar geliştirdiler. Kendilerine yardım etmeleri için diğer türleri askere alabilirler; kendilerini ilaçlayabilirler; parazit dolu bir dünyaya hazırlanmak için doğmamış yavrularını bile yeniden programlayabilirler.

Bir bitki bir parazit tarafından saldırıya uğradığında, bitkiyi çiğnerken parazitin yediği zehirli kimyasallar yaratarak kendi bağışıklık sistemi versiyonuyla kendini savunur. Ama aynı zamanda yardım çığlıkları atarak da savaşır. Bir tırtıl bir yaprağı ısırdığında, bitki bunu hissedebilir; sinirler tarafından taşınmayan ama yine de hissedilen bir duygu. Ve buna yanıt olarak, bitki havaya karışan özel bir tür molekül yapar. Koku, asalak arılar için parfüm gibidir; konakçı aramak için etrafta uçarken, bitkinin kokusu tarafından güçlü bir şekilde cezbedilirler. Onu yaralı yaprağa kadar takip ederler ve orada tırtılı bulurlar ve ona yumurta enjekte ederler. Bitkiler ve eşek arıları arasındaki bu konuşmalar sadece zamanında değil, aynı zamanda kesindir. Bir şekilde bitki, üzerinde hangi tırtılın yemek yediğini tam olarak algılar ve uygun molekülü havaya püskürtür. Asalak bir yaban arısı, ancak bitki kendi konukçu türünün bir yaprağın üzerinde oturduğunu bilmesine izin verirse tepki verecektir.

Hayvanlar bazen diyet değişikliği ile kendilerini parazitlere karşı savunurlar. Bazıları yemeyi bırakacaktır; örneğin, bir koyuna kötü dozda bağırsak solucanı çarparsa, normal alımının yalnızca üçte birini otlatabilir. Koyunun çok yemesini ve çok yumurta yapmasını isteyen parazite böyle bir değişiklik açıkça fayda sağlayamaz. Araştırmacılar, daha az yemenin konağın bağışıklık sistemini bir şekilde güçlendirerek parazitle daha iyi savaşmasını sağlayabileceğinden şüpheleniyorlar. Öte yandan, hayvanlar sadece oruç tutmakla kalmayıp, enfeksiyonla savaşmalarına yardımcı olacak doğru besinleri içeren yiyecekleri seçerek yedikleri konusunda daha seçici olabilirler.

Bazen parazitlerin saldırısına uğrayan hayvanlar, neredeyse hiç yemedikleri yiyecekleri yemeye başlarlar. Örneğin, bazı yünlü ayı türleri normalde acı bakla yer. Bazen vücutlarına yumurta bırakan asalak sineklerin saldırısına uğrarlar. Karıncalara veya diğer böceklere saldıran sineklerin aksine, bu parazitler ev sahiplerini vücutlarından çıktıklarında her zaman öldürmezler. Ve yünlü ayılar, acı bakla diyetinden zehirli baldıran otu diyetine geçerek kendi hayatta kalma şanslarını artırır. Asalak sinekler hâlâ vücutlarından sürünerek çıkıyorlar ama baldıran baldıranındaki bazı kimyasallar, yünlü ayıların hayatta kalmasına ve yetişkinliğe kadar büyümesine yardımcı oluyor. Başka bir deyişle, yünlü ayılar basit bir tür geliştirdiler.

tıbbın. İ laç , hayvanlar arasında oldukç a yaygın olabilir - bazen parazitleri öldürebilen veya bağ ırsaklarından atabilen bitkileri yiyen birç ok hayvan kaydı vardır. Ancak araş tırmacılar, hastalandıklarında bu yiyecekleri gerç ekten yediklerini hâlâ kanıtlamaya ç alış ıyorlar.

İ ş ler gerç ekten kasvetli bir hal aldığ ında, yani bir konakç ının iç indeki bir paraziti öldürebileceğ ine dair ç ok az umut kaldığ ında, kayıplarını azaltır. Hayatının ölüme mahkum olduğ unu kabul etmek zorundadır. Evrim, ev sahiplerine kalan zamanlarını en iyi ş ekilde değ erlendirmeleri iç in yollar verdi. Bazı salyangoz türlerine parazit bulaş tığ ında, parazitlerin onları hadım edip yiyecek toplayan kölelere dönüş türmeden önce yalnızca bir ay kadar bir süre vardır. Bu da salyangozlara yavrularının sonuncusunu üretmeleri iç in bir ay verir. Son bir yumurta patlaması üreterek tam olarak yararlanırlar. Hala cinsel olarak olgunlaş mamış bir salyangozun iç ine ş ans eseri girerse, gonadlarını sağ lıklı olduğ undan ç ok daha hızlı geliş tirerek yanıt verir. Ş ansları varsa, salyangozlar parazitler onları kesmeden önce birkaç yumurtayı sıkabilir.

Sonoran ç ölünün meyve sinekleri parazitler tarafından saldırıya uğ radığ ında tepkileri azmak oluyor. Saguaro kaktüsünün ç ürüyen etiyle beslenirler ve bazen orada akarlarla karş ılaş ırlar. Akarlar sineklerin üzerine atlar ve iğ ne benzeri ağ ızlarını vücutlarına sokarak iç sıvılarını emerler. Sonuç lar ciddi olabilir; yoğ un bir akar istilası bir sineğ i birkaç gün iç inde öldürebilir. Biyologlar, sağ lıklı ve akarlarla enfekte erkek meyve sineklerinin cinsel aktiviteleri arasında büyük bir fark bulmuş lardır.

Parazitler, erkeklerin diş ilere kur yapmak iç in daha fazla zaman harcamasını tetikler ve bir erkekte ne kadar ç ok parazit varsa, bunu yapmak iç in o kadar fazla zaman harcar, bazı durumlarda ç abalarını üç katına ç ıkarır.

Bir parazit, enfekte sinekleri sağ lıklı olanlarla temas ettirerek kendi bulaş masını hızlandırdığ ından, ilk baş ta bu baş ka bir kukla ustalığ ı gösterisi gibi görünebilir. Aslında, akarlar sadece kaktüsle beslendiklerinde sineklere bulaş ıyor gibi görünüyor. Asla bir eş ten diğ erine atlamazlar. Görünüş e göre parazitler, sinekleri, ölüm -ve daha fazla ç iftleş me yok- yakın göründüğ ünde daha fazla ç iftleş me alış kanlığ ı geliş tirmeye yöneltti.

Neden sinekler hızlı ve öfkeli seviş me tarzını kalıcı yapmıyor? Muhtemelen cevap, akarların sineklere her zaman saldırmadığ ıdır. Bazı kaktüsler bunlarla kaplıdır; diğ erleri akarsızdır. Arılarda olduğ u gibi, meyve sineklerinde de seks ç ok fazla talepte bulunur ve bu da onları avcılar iç in kolay bir hedef haline getirir. Esnek olmak, normalde daha yavaş ç iftleş mek ve parazitler karş ısında hızlanmak daha iyidir.

Kertenkeleler de kendi akarları tarafından eziyet görürler; bir istiladan ölebilirler ve hayatta kalanların büyümeleri büyük olasılıkla engellenir. Ancak saldırıya uğ radıklarında farklı türden bir değ iş im yaş arlar: Doğ mamış yavrularını değ iş tirirler. Akarların istila ettiğ i bir kertenkele, sağ lıklı ebeveynlerden doğ anlardan daha büyük ve daha hızlı bebekler üretir. Sağ lıklı bir yavru kertenkele, ilk yılında hızlı bir büyüme gösterir ve hayatının geri kalanında daha yavaş büyür. Ancak akarlarla dolu ebeveynlerden doğ an bir kertenkele, ilk iki yıl veya daha uzun süre hızlı büyür. Görünüş e göre kertenkele anneleri, yavrularının büyümesini parazitlerin varlığ ına uyum sağ layacak ş ekilde programlayabiliyor. Etrafta akar yoksa yavruları yavaş büyüyebilir ve uzun bir hayat yaş ayabilir. Ancak akarlar ortaya ç ıkarsa, daha erken ölmek anlamına gelse bile, bir yetiş kin olarak sağ lıklı bir kiloya ulaş mak iç in daha hızlı büyümek iş e yarar.

Ve eğ er bir ev sahibi ölmeye mahkumsa, akrabalarını korumak iç in elinden gelenin en iyisini yapabilir. iş ç i bombus arıları

günlerini çiçekten çiçeğe uçarak, nektar toplayarak ve kovanlarına geri getirerek geçirirler. Geceleri kovanda kalırlar, kanat çırpan binlerce kasın ısısıyla ısınırlar. Bir yaban arısı, nektar için yaptığı yolculuklarda, vücuduna bir yumurta bırakan asalak bir sineğin saldırısına uğrayabilir. Parazit, yaban arısının içinde olgunlaşır ve bir arı kovanının sıcaklığında metabolizması o kadar hızlı çalışır ki büyümesini yalnızca on günde tamamlayabilir. Sinek, konakçısından çıkar ve kovanın geri kalanına bulaşabilir. Yine de birçok asalak sinek bu lükse sahip değil çünkü ev sahibi garip bir şey yapıyor: gecelerini kovanın dışında geçirmeye başlıyor. İşçi soğukta dışarıda kalarak parazitin gelişimini yavaşlatır. Aynı zamanda kendi ömrünü de uzatır. Kombine etki, parazitin arının kendisi ölmeden önce olgunluğa ulaşmasını pek olası kılmıyor. Bombus arısı bu sayede kovanında salgın hastalık çıkmasını engeller.

Bu tür karşı saldırılar ne kadar kurnazca olsa da, parazitler karşı saldırılar geliştirebilir. Bir inek, tuttuğu akciğer kurtlarından korunmak için gübreden kaçınırsa, parazitler gübreyi terk eder. Bir akciğer kurdu gübre içinde yere düştüğünde, ışık ona çarpana kadar bekler. Gübrenin yüzeyine ulaşana kadar yukarı tırmanma sinyali budur. Aynı zamanda ineklerin paraziti olan bir mantar türünü -aynı zamanda yaylı küçük spor paketlerini büyüterek ışığa tepki veren bir tür- avlamaya başlar. Akciğer kurdu spor paketine temas eder etmez tutunur ve tepeye tırmanır. Mantar kendini 1,8 metre havaya fırlatır ve gübreden uzaklaşır. Akciğer kurdu ona bir su birikintisi atlayıcısı gibi biner ve gübrenin menzilinin dışında bir inek tarafından yenme olasılığı daha yüksektir.

Silahlanma yarışlarını yeterince uzun süre incelerseniz, ev sahipleri ve parazitlerin birbirlerini bulutlara taşıyabileceğini hayal etmeye başlarsınız, her biri muadilinin evrimini o kadar zorlaştırır ki, birbirlerine şimşek çakan her şeye gücü yeten yarı tanrılar haline gelirler. Ama elbette yarışın da sınırları var. Kraaijveld eşek arılarını meyve sineklerine karşı koyduğunda, meyve sinekleri sadece beş nesil sonra eşek arılarına karşı yüzde 60'lık bir dirence ulaştı, ancak sonraki nesillerde direnç yüzde 60'ta kaldı. Neden yüzde 100'e yükselmeye devam etmedi ve tamamen bağışık sineklerden oluşan bir ırk yarattı? Parazitlerle savaşmanın yüksek bir bedeli vardır. Gerekli proteinleri yapmak için enerjiye ihtiyaç duyar - başka bir yere kanalize edilemeyen enerji. Kraaijveld, eşekarısı dövüşü için seçilen sineklerini, yiyecek için normal sineklerle rekabet halinde ayarladı ve onların kötü performans gösterdiğini gördü. Hala eşek arılarına karşı savunmasız olan sineklerden daha yavaş büyüdüler, daha sık genç öldüler ve büyüdüklerinde daha küçüktüler. Evrimin ev sahiplerine sonsuz bir cephaneliği yoktur ve bir noktada parazitlerin hayatın bir gerçeği olduğunu kabul etmek için pes etmeleri gerekir.

…

Darwin , Türlerin Kökeni'ni yazmaya başladığında , nihai hedefi doğal seçilimin nasıl çalıştığını anlamak değildi. Bu gerçekten sadece bir amaçtı - kitabının adını açıklamak için. 4 milyar yıl boyunca dallanıp büyüdükten sonra, hayat ağacı bugün ağır bir taç giyiyor. Bilim adamları 1,6 milyon tür buldular ve bunlar, Dünya'nın tüm çeşitliliğinin yalnızca bir şeridi olabilir ve bu, birçok kat daha büyük olabilir. darvin istedi

Bu çeşitliliğin nasıl ortaya çıktığını biliyordu, ancak cevabı bulmak için biyoloji hakkında yeterince bilgisi yoktu. Artık bilim adamları kalıtımı ve genlerin nesiller boyunca nasıl yükselip alçaldığını daha iyi anladıklarına göre, türlerin gerçekte nasıl ortaya çıktıklarına yaklaşıyorlar. Ve konakçılar ile parazitler arasındaki yarışın bir kez daha çok önemli olduğunu görüyorlar. Yaşamın yoğun evrimsel örtüsünün çoğunu açıklayabilir.

İzolasyondan yeni bir tür doğar. Bir buzul, bir fare cebini türlerinin geri kalanından ayırabilir ve binlerce yıl boyunca fareler, onları diğer farelerden farklı kılan ve onlarla çiftleşemeyecek hale getiren mutasyonlar geliştirebilir. Tek bir balık türü bir göle gelebilir ve bazı üyeleri çamurlu dipte, diğerleri berrak sığlıklarda beslenme konusunda uzmanlaşmaya başlayabilir. Her tür yaşam için ekipman geliştirdikçe, melezler her ikisine de pek uygun olmayacak. Doğal seçilim onları birbirinden uzaklaştıracak ve ayrı türler oluşturana kadar giderek daha fazla kendi başlarına kalacaklar.

Bir parazitin yaşamı, yeni türlerin oluşmasını teşvik eder. Parazitler, bir ev sahibindeki tek bir köşeye uyum sağlayabilir - bağırsakların kıvrımı, kalp, beyin. Bir düzine parazit, bir balığın solungaçlarında uzmanlaşabilir ve onu aralarında rekabet olmayacak şekilde alt bölümlere ayırabilir. Belirli konakçı türler üzerinde uzmanlaşmak, parazitleri daha da çeşitli hale getirir. Bir çakal, dört ayaklı hemen hemen her şeyi yer ve kısmen bunun bir sonucu olarak, tüm Kuzey Amerika'da yalnızca bir çakal türü vardır. Çakalların ve diğer avcıların aksine, birçok parazit Kızıl Kraliçe'nin kontrolü altındadır. Pek çok farklı sunucuyu tercih eden bir parazit, aynı anda oynadığı bir düzine oyun arasında çılgınca koşan bir satranç oyuncusu gibi, hepsiyle Red Queen oyununu oynamaya çalışmak zorundadır. Başka bir parazit, yalnızca bir konakçıyı tercih etmesine neden olan bir mutasyona uğrarsa, tüm evrimsel çabası yalnızca o konakçıya odaklanacaktır. Konağın bütün bir tür olması bile gerekmez - eğer konağın yalnızca bir popülasyonu yeterince izole edilirse, parazitin yalnızca onlar üzerinde uzmanlaşması için para ödeyecektir. Bir türe veya bir türün bir kısmına çok fazla odaklanan parazitler, diğer parazitlerin gelişmesi için yer bırakır.

Yeni türler doğarken, eski türler yok oluyor. Türler rekabette geride kaldıklarında, sayıları kritik bir eşiğin altına düştüğünde veya dünya uyum sağlayamayacak kadar hızlı değiştiğinde yok olurlar. Parazit soyları, yok olmaya özgür yaşayan yaratıklarınkinden daha iyi direnebilir. Parazitler uzman olma eğilimindeyken, zaman zaman biraz da sallarlar. Bazen yeni bir ev sahibi iyi bir ev olur ve parazit yeni bir tür bulabilir. Örneğin martılarda ve gri balinalarda yaşayan tetrabothriid tenyaları hala bizimle, ancak 70 milyon yıl önce içinde yaşadıkları pterosaurlar ve ichthyosaurlar değil. Parazitlerin çeşitliliği, büyük bir göl gibidir, yeni türlerin büyük akıntıları içeri akar, ancak sadece bir damla akar ve nesli tükenir.

Tüm bu nedenleri bir araya getirin ve bu kadar çok parazit türünün olması o kadar da şaşırtıcı değil. Yaklaşık dört bin memeli türü var ve karanlık bir ormanda keşfedilmeyi bekleyen birkaç tavşan ve geyik dışında bu sayı kesin. Ancak şu ana kadar bilinen beş bin tenya türü vardır ve her yıl yeni türler keşfedilmektedir. İki yüz bin asalak yaban arısı türü vardır.

Bitkilerin paraziti olan böceklerin sayısı da yüz binlercedir.
Hepsini toplayın ve hayvanların çoğu asalaktır. Anlatılmamış binlerce mantar,

bitkiler, protozoa ve bakteriler de gururla parazit unvanını taşırlar.

Parazitlerin ev sahiplerini de daha çeşitli olmaya itmiş olabileceği artık netleşiyor. Parazitler bütün bir türe aynı şekilde saldırmazlar. Belirli bir bölgedeki parazitler, o yerel konakçı gen grubuna uyum sağlayarak, o konak popülasyonu üzerinde uzmanlaşabilir. Konaklar yanıt olarak evrimleşir - ancak yalnızca o bölgedeki konakçılar, türlerin tamamı olarak değil. Bu yerel mücadele, şimdiye kadar belgelenmiş en hızlı evrim vakalarından bazılarını üretti - ister yucca güveleri ve yumurtalarını bıraktıkları çiçekler, salyangozlar ve şansları, isterse keten ve mantarları olsun. Ve bu konakçı popülasyonları, adanmış parazitleriyle savaştıkça, türlerinin geri kalanından genetik olarak farklı hale gelirler.

Ancak bu, asalakların ev sahiplerini yeni türlere dönüştürmesine yardımcı olabilecek pek çok yoldan yalnızca bir tanesidir. Örneğin, genetik parazitler konakçılarının evrimini hızlandırabilir. Evrimin gerçekleşmesi için genlerin yeni dizilimler alması gerekir.
Bu, sıradan mutasyonlarda olabilir -ara sıra uzaydan gelen kozmik ışının DNA'ya çarpması veya hücreler bölünürken genlerin baştan savma geçişi. Ancak genetik bir parazitin yardımıyla daha hızlı gerçekleşebilir. Bir hücre içinde kromozomdan kromozoma sıçrarken veya türden türe sıçrarken, kendisini yeni bir genin ortasına sıkıştırabilir. Bu tür kaba bir geliş genellikle sorun yaratır, tıpkı bir bilgisayar programının ortasına rastgele bir komut dizisi atmanın yaptığı gibi. Ancak ara sıra, evrimsel olarak konuşursak, bozulmanın iyi bir şey olduğu ortaya çıkıyor. Kesintiye uğramış bir gen, birdenbire yeni bir tür iş yapan yeni bir protein türü yapabilir hale gelebilir. Bir genetik parazitin kör sıçraması, parazitlerle daha etkili bir şekilde savaşmamızı sağlamış gibi görünüyor. T ve B hücreleri üzerindeki alıcıları yapan genler, genetik parazitler tarafından birdenbire yaratılmış olma belirtileri gösteriyor.

Ve bir genetik parazit kendisini yeni bir ev sahibine yerleştirdikten sonra, tüm türün birliğini bozabilir. Genetik bir parazitin tipik kaderi, sonraki nesiller boyunca konağının genomunda patlamak ve kendisini binlerce bölgeye sıkıştırmaktır. Zaman geçtikçe, onu taşıyan konaklar kendi başlarına ayrı popülasyonlara ayrılacak - farklı türler değil, kendi aralarında üreme eğiliminde olan gruplar. Yaptıkları gibi, genetik parazit DNA'larında bir yerden bir yere sıçramaya devam ediyor. Atlaması her popülasyonda farklı olacak ve genlerini birbirinden giderek daha farklı hale getirecektir. Sonunda, iki popülasyondan bir Romeo ve Juliet buluşup çiftleşmeye çalıştıklarında, farklı genetik parazit koleksiyonları onları uyumsuz hale getirebilir. Genetik parazitler, konakçılarının farklı popülasyonlarının genlerini karıştırmasını zorlaştırarak, onları yeni türlere ayrılmaya teşvik eder.

Parazitlerin yeni bir tür yaratabilmelerinin bir başka yolu da, ev sahiplerinin cinsel yaşamlarını alt üst etmektir. Wolbachia adlı bir bakteri, dünyadaki tüm böceklerin yüzde 15'inde ve diğer birçok omurgasızda yaşıyor. Konağının hücreleri içinde yaşar ve yeni bir konağa bulaştırmasının tek yolu bir dişinin yumurtalarını kolonize etmektir. Wolbachia'nın içinde yaşadığı yumurta döllenip yetişkin hale geldiğinde Wolbachia enfeksiyonu vakası ile büyür .

Bu yaşam tarzının bir dezavantajı var: Wolbachia bir erkekte büyürse çıkmaz sokakla karşı karşıya kalır çünkü enfekte edebileceği yumurta yoktur. Sonuç olarak Wolbachia , ev sahiplerinin cinsel yaşamlarının kontrolünü ele geçirdi. Konakçı türlerinin birçoğunda, spermleri kurcalar.

enfekte erkekler, böylece yalnızca Wolbachia taşıyan dişilerle başarılı bir şekilde çiftleşebilirler . Bu enfekte erkeklerden biri sağlıklı bir dişiyle çiftleşmeye çalışırsa, tüm yavruları ölecektir. Wolbachia, bazı eşekarısı türlerinde farklı bir strateji kullanır: normalde bu böcekler, cinsel olarak üreyen erkek ve dişiler olarak doğarlar, ancak Wolbachia onları enfekte ettiğinde, eşek arıları yalnızca dişi olur ve yalnızca daha fazla dişiye annelik yapabilir. Konakçılarının tamamını dişiye dönüştüren bakteri, kendisine o kadar çok konakçı verir.

Her iki durumda da Wolbachia , enfekte konakçıları enfekte olmayanlardan genetik olarak izole eder. Yeni doğmuş bir ev sahibi, ya Wolbachia taşıyan ebeveynlerin ya da iki sağlıklı olanın yavruları olacaktır . Sağlıklı-sağlıksız bir melez olmayacak. Bu üreme duvarını kurarak, parazit yeni bir türün oluşması için zemin hazırlayabilir.
Wolbachia , ev sahiplerinin cinsel yaşamlarını kurcalayan pek çok parazit arasında yalnızca en iyi bilinen parazittir, bu nedenle bu, yeni türlerin oluşmasının yaygın bir yolu olabilir.

Darwin'in her zaman keskin bir ironi anlayışı olmuştur, ancak bu ona katlanamayacağı kadar ağır gelmiş olabilir. Yaşamın nasıl şekil değiştirdiğini, evrimin nasıl ilerlediğini ve yeni türlerin nasıl oluştuğunu anlamak için ölmekte olan çocuklarından ilham alabilirdi.
Hayatın duvar halısına gelince, parazitler tezgâhın başındaki el gibidir.

7

İki Ayaklı Ev Sahibi

İnsanlığın sadece üç büyük düşmanı vardır: ateş, kıtlık ve savaş; Bunlardan açık farkla en büyüğü, açık farkla en korkunç olanı ateştir.

—William Osler

Parazitlerin güzelliği insanlık dışıdır. Parazitler bizi köleleştirmek için başka bir gezegenden geldikleri için değil, bizden çok daha uzun süredir bu gezegende bulundukları için insanlık dışı. Bazen uyku hastalığından o kadar harap olmuş ki yatağında sadece inleyebilen Sudanlı çocuk Justin Kalesto'yu düşünüyorum. On iki yaşındaydı ve tek başına, neredeyse her türden memelide -sürüngenlerde, kuşlarda, dinozorlarda, amfibilerde- yaşamış, balıklar karaya çıktığından beri hayatta kalmış her şeyde yaşamış olan bir asalak hanedanıyla boy ölçüşemezdi. Karada hiç bir şey yürümeden önce balıkların içinde, böceklerin ve hatta ağaçların içinde gelişen omurgalıların bağırsaklarına doğru evrimleşmişler. Tüm insan ırkı, Justin gibi bir çocuktur: belki de sadece birkaç yüz bin yaşında genç bir tür, tripanozomlar ve diğer parazitlerin kendilerininkini yapmaları için hassas, yeni bir ev sahibi.

Elbette parazitler hiç bir zaman bizim gibi bir konakçıyla karşılaşmamışlardır. İlaç ve lağım gibi icatlarla hiç bir hayvanın yapamadığı şekilde onlara karşı savaşabiliriz. Ve çevremizdeki gezegeni de değiştirdik. Milyarlarca yıllık muhteşem başarıdan sonra, parazitler artık bizim yarattığımız dünyada yaşamak zorunda: küçülen ormanlar ve büyüyen gecekondu mahalleleri, yok olan kar leoparları ve çoğalan tavuklar. Ancak uyarlanabilirlikleri sayesinde, genel olarak iyi gidiyorlar. Akbabaların ve lemurların ortadan kaybolması konusunda endişelenmeliyiz; onların yok oluşu bize gezegeni ne kadar kötü yönettiğimizi gösterecek. Ancak parazitlerin neslinin tükenmesi konusunda endişelenmemeliyiz. Kara gergedanların üzerinde yaşayan kene türleri muhtemelen önümüzdeki yüzyılda ev sahipleriyle birlikte yok olacak. Ancak türümüzün yaşamı boyunca genel olarak parazitlerin gezegenden kaybolma tehlikesi yoktur; biz gittiğimizde neredeyse hepsi muhtemelen hala burada olacak.

Kurduğumuz dünyada parazitlerin yaşaması gerekirken bunun tersi de doğrudur. Bağımlı olduğumuz ekosistemleri yapılandırdılar ve bizimki de dahil olmak üzere milyarlarca yıldır konakçılarının genlerini şekillendirdiler.

Bizi ne kadar hassas bir şekilde şekillendirdikleri şaşırtıcı. İmmünologlar antikorları incelemeye başladıklarında, onları kategorilere ayırabileceklerini keşfettiler. Bazılarının menteşeli dalları vardı; bazıları beş ışınlı yıldızlar gibi inşa edildi. Her bir antikor grubu, belirli parazit türlerine karşı çalışmak üzere evrimleşmiştir. İmmünoglobulin A, grip virüsüne ve başka pek az şeye karşı çalışır. Yıldız şeklindeki immünoglobulin M, ışınlarını Streptococcus ve Staphylococcus gibi bakterilere bağlar.

Ve sonra immünoglobulin E (IgE) adı verilen garip küçük bir antikor vardı. Bilim adamları bu antikoru ilk bulduklarında ne işe yaradığını anlayamadılar. olurdu

saman nezlesi veya astım nöbetleri veya vücutta aniden dalga dalga oluş an diğ er bazı alerjik reaksiyonlar dış ında ç oğ u insanda zorlukla saptanabilir seviyelerde kalır. İ mmünologlar, IgE'nin bu reaksiyonları tetiklemeye nasıl yardımcı olduğ unu bulmuş lardır. Bazı zararsız maddeler vücuda girdiğ inde - örneğ in kanarya otu poleni veya kedi tüyü veya pamuk lifleri - B hücreleri, ş ekillerine uygun IgE antikorları üretir. Bu antikorlar daha sonra deride, akciğ erlerde ve bağ ırsakta bulunan mast hücreleri adı verilen özel bağ ış ıklık hücrelerine bağ lanır. Daha sonra IgE'nin yapıldığ ı zararsız madde tekrar vücuda girer. Bir mast hücresindeki tek bir IgE antikoruna kilitlenirse hiç bir ş ey olmaz. Ama mast hücresinde yan yana oturan iki tanesine takılırsa, zararsız madde onu harekete geç irir. Aniden mast hücresi, kasların kasılmasına, sıvıların iç eri akmasına ve diğ er bağ ış ıklık hücrelerinin bölgeyi doldurmasına neden olan bir kimyasal selini patlatır. Saman nezlesinin haps ırması, astımın hırıltısı, arı sokmasının kırmızı kovanları bu yüzdendir.

Alerjiler iyi bir amaca hizmet etmediğ inden, immünologlar IgE'yi sadece bağ ış ıklık sisteminin nadir eksikliklerinden biri olarak görebilirler. Ama sonra IgE'nin bir ş eye iyi gelebileceğ ini keş fettiler: asalak hayvanlarla savaş mak. IgE, Amerika Birleş ik Devletleri'nde ve dünyanın ş u anda bağ ırsak solucanları, kan parazitleri ve benzerlerinden arınmış birkaç baş ka bölgesinde nadir olabilir, ancak insanlığ ın geri kalanı (Memelilerin geri kalanından bahsetmiyorum bile) ağ ır bir yük taş ıyor. parazitler, solucanlar ve IgE. Sıç anlar ve fareler üzerinde yapılan deneyler, IgE'nin bu parazitlerle savaş mak iç in ç ok önemli olduğ unu göstermiş tir; hayvanların IgE'leri ç alınırsa, parazitler tarafından istila edilirler.

Bağ ış ıklık sistemi, asalak hayvanların vücudumuzda yaş ayan diğ er canlılardan bir anlamda farklı olduğ unu kabul etmiş ; daha büyükler ve tüyleri tek hücreli organizmalarınkinden ç ok daha karmaş ık. Sonuç olarak onlara karş ı IgE antikoruna bağ lı yeni bir strateji geliş tirmiş tir. Bu stratejinin tam olarak nasıl ç alış tığ ı tam olarak net değ il ve her parazit iç in biraz farklı olabilir. Kas hücrelerinde büyüyen ve daha sonra mideye yuvarlanan bir et parç asında yeni bir konakç ıya giren parazit solucan Trichinella iç in en iyi ş ekilde ç alış ılmış tır .

Trichinella bir kez savrulup kurtulduktan sonra, bağ ırsakları ç evreleyen ç ıkıntıları mızraklayarak ev sahibinin bağ ırsağ ından geç er. Bağ ırsakların astarındaki bağ ış ıklık hücreleri, parazitin kabuğ undan bazı proteinleri alır ve bağ ırsakların hemen arkasında bulunan lenf düğ ümüne gider. Trichinella proteinlerini düğ ümdeki T ve B hücrelerine sunarak paraziti hedef alan milyonlarca hücrenin oluş masını sağ larlar. Bu B ve T hücreleri daha sonra lenf düğ ümünden dış arı akar ve bağ ırsakların astarında toplanır.

B hücreleri, bağ ırsakların yüzeyine yayılan ve Trichinella'nın nüfuz edemediğ i bir kalkan oluş turan IgE de dahil olmak üzere antikorlar üretir. Aynı zamanda mast hücreleri de devreye girerek bağ ırsaklarda ani spazmlar ve taş malar meydana getirir. Bağ ırsaklardan alım alınamayan parazitler yıkanır.

Belirli bir parazite ve diğ erlerine karş ı bu kesin strateji, ilk primat atalarımız 60 milyon yıl önce ağ aç ların arasından salınmadan ç ok önce yürürlükteydi.
Ve eğ er bugün maymunlar ve insansı maymunlar bir yol göstericiyse, alabilecekleri tüm yardıma ihtiyaç ları vardı: bugünün primatları parazitlerle dolu - kanlarında sıtma, bağ ırsaklarında tenyalar ve diğ er yaratıklar, kürklerinde pire ve keneler, derilerinin altında bot sinekleri , Ve

damarlarında sızılar.

5 milyon yıl önce bir noktada, Afrika'da bir yerlerde yaşayan atalarımız günümüz şempanzelerinden ayrıldı. Hominidler iki ayak üzerinde durmaya başladılar ve yavaş yavaş yemyeşil ormanlardan daha seyrek ormanlara ve savanlara doğru ilerlediler, orada ölüleri temizlediler ve bitki topladılar. Atalarımızın bazı parazitleri de onları takip etti ve konakçıları yeni türlere daldıkça dallandı. Ancak hominidler, yeni bir ekolojiye geçerken yeni parazitler de aldılar. Eric Hoberg'e göre, daha önce büyük kediler ve avları arasında dolaşan tenyaların yaşam döngüsüne rastladılar. Aynı zamanda, hominidler zamanlarının çoğunu savanalardaki birkaç sulama yerinde geçirmeye başladılar. Orada fareler de dahil olmak üzere diğer birçok hayvanın içtiği sudan içtiler. Salyangozlardan farelere yüzen bir kan kelebeği, bir hominidin derisine rastladı ve denedi. Bulduklarını beğendi ve yavaş yavaş yalnızca hominidlerde uzmanlaşmış yeni bir şans türü gelişti. O zamandan beri, şans eseri Schistosoma mansoni damarlarımızda yaşadı.

Hominidler, yaklaşık bir milyon yıl önce, İspanya'dan Java'ya Eski Dünya'da yürüyüş yaparak bir dizi dalga halinde Afrika'dan ayrılmaya başladı. Popüler bir evrim modeline göre, bu insanların hiç birinin bugün Dünya'da torunları kalmamıştır. Bunun yerine, yaşayan tüm insanlar yüz bin yıl kadar önce Doğu Afrika'dan gelen ve karşılaştıkları diğer tüm hominidlerin yerini alan son bir dalganın soyundan geliyor. Ana kıtanın dışına yapılan bu seyahatlerde atalarımız bazı parazitlerden kurtuldu. Uyku hastalığı, tripanozomları taşımak için çeçe sineklerine bağlıdır ve sinekler Afrika dışında yaşamıyor, bu nedenle uyku hastalığı bir Afrika hastalığı olarak kaldı. Ancak insanlar, seyahatlerinde yeni parazitlere de ev sahipliği yaptı. Çin'de, farelerde yaşayan başka bir kan kelebeği olan Schistosoma japonicum, insanlara geçti.

En az on beş bin yıl önce, bazı insanlar kuzeye ve doğuya yönelerek Alaska üzerinden Yeni Dünya'ya girdiler ve orada yeni bir grup parazitle karşılaştılar.
İnsanların Afrika'da geride bıraktıkları tripanozomlar, o kıtada yüz milyonlarca yıldır var olmuştu. 100 milyon yıl önce Güney Amerika, Afrika'nın batı kanadıyla kaynaşmıştı ve parazitler tüm kara kütlesini kapladı. Ancak levha tektoniği iki kıtayı birbirinden ayırdı ve aralarına bir okyanus döktü. Güney Amerika'da taşınan tripanozomlar, kendi başlarına, Trypanosoma cruzi ve diğer türlere dönüşmeye başladı. İlk primatlar Afrika'da parazitlerin bu iki kolu arasındaki bölünmeden çok sonra evrimleşti ve atalarımız on milyonlarca yıl boyunca sadece uyku hastalığıyla mücadele etti. Afrika'dan göç eden insanlar bu beladan kurtuldular ama sonunda Güney Amerika'ya vardıklarında, eski parazitlerinin kuzenleri onları Chagas hastalığıyla karşılamayı bekliyorlardı.

On bin yıl önce, insanlar Antarktika hariç her kıtayı kolonileştirmişti, ancak yine de avladıkları hayvanları veya topladıkları yabani bitkileri yiyerek küçük gruplar halinde yaşıyorlardı. Parazitleri bu kurallara göre yaşamak zorundaydı. O ilk günlerde, parazitler, insanlara güvenilir yollara sahip olduklarında en iyisini yaptılar - örneğin, büyük av hayvanlarındaki tenyalar veya kana susamış bir sivrisinek tarafından taşınan Plasmodium veya suda bekleyen kan kelebekleri. Yakın temasa ihtiyaç duyan parazitler kısa süreli zafer parıltılarına sahip olabilir -Ebola virüsü Orta Afrika'da burada veya orada bir grupta hızla yayılıyor- ama bunların seyrekliği

insanlar bu tek grubun ötesine yayılmalarına izin vermedi, bu yüzden nadir kaldılar.

İnsanlar vahşi hayvanları ve bitkileri evcilleştirip yemeye başladığında bu durum değişti. Tarım devrimi bağımsız olarak, önce on bin yıl önce Yakın Doğu'da, ardından kısa bir süre sonra Çin'de ve birkaç bin yıl sonra Afrika ve Yeni Dünya'da patlak verdi. Hemen hemen her parazit, tarımın şafağında ve ardından yerleşik kasaba ve şehirlerin doğuşuyla patladı. Tenyaların, insanların doğru leşi toplamasını veya doğru avı avlamasını beklemesi gerekmiyordu; çiftlik hayvanlarında yaşayabilirler. İnsanlar bozuk domuz eti yedikten ve tenya yumurtaları geçirdikten sonra, enfiyeci bir domuzun onları yutması ve yeni nesil parazitlerin başlaması uzun sürmedi. Kedileri ve fareleri dünyanın büyük bir kısmına yayarak, insanlar Toxoplasma'yı belki de Dünya'daki en yaygın parazit haline getirdi. And Dağları boyunca, İnkaların inşa ettiği evler, suikastçı böceklerin yaşaması için ideal yerlerdi ve lama karavanları, böcekleri ve parazitleri kıtanın büyük bir kısmına taşıdı. Kan şansları için çiftçilik şimdiye kadar yapılmış en iyi şey olabilir. İnsanların Güney Asya'da sulama sistemleri ve pirinç tarlaları kurmasıyla birlikte, şans eseri salyangoz konakçıları için devasa yeni yaşam alanları açıldı ve tarlalarda çalışan çiftçiler her zaman kolayca erişilebildi.

Kasabalardaki kalabalık, kirli koşullarda virüsler ve bakteriler insandan insana geçebilir. Ve en iyisi Plasmodium'du. Sıtma taşıyan sivrisinekler, yumurtalarını açıkta duran sulara bırakmayı tercih ederler ve çiftçiler ormanları temizlerken, tam da bu tür havuzları meydana getirdiler. Yükselen sivrisinek sürüleri, yeni hedefler atalarının olduğundan çok daha kolay keşfetti: gündüzleri tarlalarda çalışan ve geceleri köylerde kümelenen insanlar.

Yüz milyonlarca yıldır parazitler atalarımızın evrimini şekillendiriyor ve son on bin yılda durmadılar. Sıtma tek başına vücudumuza garip, derin şeyler yaptı. Plasmodium'un yuttuğu hemoglobin , alfa ve beta adı verilen iki çift zincirden oluşur ve her tür zincir, genlerimizdeki talimatlara göre oluşturulur. Alfa zincirleri için biri babalarımızdan, biri annelerimizden miras kalan iki gen taşıyoruz ve aynı şey beta zincirleri için de geçerli. Bu hemoglobin genlerinden herhangi birinde bir mutasyon ortaya çıkarsa, kişinin kanına zarar verebilir. Beta zincirindeki bir tür mutasyon, orak hücreli anemi adı verilen kalıtsal bir hastalığa neden olur. Bu durumda hemoglobin, oksijenin etrafına kenetlenmemişse şeklini tutamaz. Onsuz, kusurlu hemoglobin iğne şeklindeki yığınlara çöker ve bu da hücrenin kendisini orak şekline dönüştürür. Orak hücreler küçük kılcal damarlara takılır ve kan artık vücuda eskisi kadar oksijen sağlayamaz.

Bu kusurlu beta zinciri geninin yalnızca bir kopyasını miras alan kişiler, kalan normal kopya tarafından yapılan hemoglobin ile idare edebilirler. Ama kötü genin iki kopyasını alan insanlar, kusurlu hemoglobinden başka bir şey yapmıyorlar ve genellikle otuzlarına geldiklerinde ölmüş oluyorlar.

Orak hücreli anemiden ölen bir kişinin kusurlu geni aktarma olasılığı daha düşüktür ve bu, hastalığın son derece nadir olması gerektiği anlamına gelir. Ama öyle değil - dört yüz Amerikalı siyahtan birinde orak hücreli anemi var ve onda biri kusurlu genin tek bir kopyasını taşıyor. Genin bu kadar yüksek dolaşımda kalmasının tek nedeni, aynı zamanda sıtmaya karşı bir savunma olması. İğne şeklindeki hemoglobin kümeleri yalnızca bir kan hücresini tehdit etmez; ayrıca içerideki paraziti de saplayabilirler. ve olarak

Orak hücre çöker, Plasmodium'un bağlı olduğu bir element olan potasyumu pompalama yeteneğini kaybeder . Bu korumadan yararlanmak için genin yalnızca bir kopyasına ihtiyacınız var. Genin tek kopyaları tarafından sıtmadan kurtarılan hayatlar, insanlar genin iki kopyasını alıp öldüklerinde kaybedilenleri dengeliyor. Sonuç olarak, ataları sıtmanın yoğun olduğu birçok yerde (Asya, Afrika ve Akdeniz'in büyük bir bölümünde) yaşamış olan insanlar geni yüksek seviyelerde taşırlar.

Orak hücreli anemi, aslında insanlarla sıtma arasındaki mücadelede ortaya çıkan birkaç kan hastalığından sadece biridir. Örneğin Güneydoğu Asya'da, kan hücrelerinin kılcal damarlardan geçemeyecek kadar sert duvarları olan insanlar bulabilirsiniz. Ovalositoz olarak adlandırılan bu bozukluk, orak hücreli anemi ile aynı genetik kuralları izler: Bir kişi kusurlu geni yalnızca bir ebeveynden alırsa hafif, ancak her iki ebeveyne de geçerse şiddetlidir - aslında o kadar şiddetlidir ki, iki genli bir bebek neredeyse her zaman doğmadan ölür. Ancak ovalositoz ayrıca kırmızı kan hücrelerini Plasmodium için daha az misafirperver hale getirir.
Zarları o kadar sertleşir ki, parazit içeri girmekte zorlanır ve sertlikleri, parazitin hayatta kalması için ihtiyaç duyduğu fosfat ve sülfat gibi kimyasalları pompalama yeteneğine zarar verir gibi görünüyor.

İnsanlar muhtemelen binlerce yıldır kandaki bu tür değişikliklerle sıtmayla savaşıyorlar, ancak kanıt bulmak zor. Antik çağın birkaç belirgin belirtisinden biri, başka bir hemoglobin kusuru olan talasemi adı verilen bir durumdur. Talasemili kişiler hemoglobinlerinin bileşenlerini yanlış miktarlarda üretirler.
Genleri çok fazla veya çok az zincir üretir ve hemoglobin moleküllerinin tamamı onlardan bir araya getirildiğinde, fazladan zincirler kalır. Bunlar, bir kan hücresinin içinde hasara yol açabilecek kümeler halinde birbirine bağlanır. Normal hemoglobin gibi bir oksijen molekülünü yakalayabilirler ama onu tamamen çevreleyemezler. Oksijen tehlikeli derecede karizmatik bir elementtir; hücredeki diğer molekülleri çeken güçlü bir yük taşıyabilir. Oksijeni kusurlu hemoglobin kümelerinden çekip çıkarırlar. Oksijen hücrede dolaşırken, diğer moleküllerle reaksiyona girerek onları bu süreçte mahvedebilir.

Şiddetli talasemi formları olan kişiler genellikle doğumdan önce ölürler, ancak daha hafif formlarda, genellikle anemiden muzdarip olmalarına rağmen hayatta kalabilirler. Talasemili bir kişinin vücudu, kemik iliğinde daha fazla kan yaparak kusurlu kan hücrelerini telafi etmeye çalışabilir. Sonuç olarak kemik iliği şişer ve çevresindeki kemiğe yayılarak büyümesini engelleyebilir. Talasemili insanlar, belirgin bir şekilde deforme olmuş iskeletlere (kavisli, bodur kol ve bacak kemikleri) sahip olabilir. Ve İsrail'deki arkeologlar, sekiz bin yıl öncesine ait bu şekil bozuklukları olan kemikler buldular.

Talasemi çok uzun süre varlığını sürdürdü ve o dönemde Dünya'daki en yaygın kan hastalığı haline geldi çünkü sıtmayla savaşmaya yardımcı oluyor. Yeni Gine gibi sıtmaya eğilimli bir ülkenin haritasına bakarsanız, talasemi oranları parazitin yaygınlığı ile yakından eşleşir. Şiddetli bir talasemi formu öldürebilirken, daha hafif bir vaka kurtarır. Araştırmacılar, bir kırmızı kan hücresindeki kusurlu hemoglobinin, içindeki parazit için hayatı konakçıdan daha kötü hale getirdiğinden şüpheleniyorlar. Gevşek hemoglobin şeritleri, serbest kalan ve Plasmodium'a zarar verebilecek oksijeni tutar. Parazitler kendilerini onarmanın bir yolunu bulamıyorlar, bu yüzden düzgün bir şekilde büyüyemiyorlar. Ne zaman Plazmodyum

Sonunda bir kırmızı kan hücresinden çıkar, deforme olmuş ve halsizdir ve yeni hücreleri istila edemez. Sonuç olarak, sıtmaya yakalanan talasemi hastalarının vakaları ölümcül olmaktan çok hafif vakalara sahip olma eğilimindedir.

Bu kan hastalıkları, sıtmaya karşı parazitler için hayatı zorlaştırmaktan daha fazlasını yapabilir. Çocuklar için doğal bir aşılama programı sağlayabilirler. Plasmodium yüklü bir sivrisinek tarafından ilk kez ısırılan çocuklar, hayatlarında bir dönüm noktasına ulaşırlar: Saf bağışıklık sistemleri, paraziti tanıyıp onları öldürmeden önce onunla savaşabilecek midir? Talasemi, ovalositoz veya orak hücreli anemi yoluyla parazitlerin büyümesinin durdurulması, bağışıklık sistemine Plasmodium'un kaç amaklarının ötesine geçmesi, onu tanıması ve bir yanıt oluşturması için daha fazla zaman verir. Bu hafif sıtma vakaları, çocukları sıtmaya karşı aşılar ve yetişkinliğe kadar yaşamalarına izin verir.

...

İnsan vücudunu ne kadar parazitin şekillendirdiği göz önüne alındığında, insan doğasını şekillendirip şekillendirmediklerini merak etmek cazip geliyor. Kadınlar, bir tavuğun horozu seçmesi gibi erkekleri parazite dayanıklı bağışıklık sistemleri için mi seçiyor? 1990'da Michigan Üniversitesi'nden Bobbi Low adlı bir biyolog, kan parazitleri, Leishmania ve tripanozomlar gibi parazitlerle boğuşan kültürlerdeki evlilik sistemlerini gözden geçirdi. Bir kültürün parazit yükü ne kadar ağırsa, erkeklerin birden fazla karısı veya cariyesi olma ihtimalinin o kadar yüksek olduğunu buldu. Hamilton ve Zuk'un teorisinden böyle bir sonuç bekleyebilirsiniz, çünkü parazitlerle dolu yerlerde sağlıklı erkeklere o kadar çok değer verilirdi ki birçok kadın her biriyle evlenirdi. Kadınlar, erkekleri parazit geçirmez bağışıklık sistemi belirtileri açısından nasıl yargılar? Erkeklerin horoz ibikleri yoktur, ancak kalın sakalları ve geniş omuzları vardır ve her ikisi de testosterona bağımlıdır. İşaretler de görünmeyebilir - insanlar arasında bilim adamlarının henüz çözmeye başlamadığı koku yoluyla büyük miktarda iletişim kurulur.

Parazitler ve aşk arasında bir bağlantı varsa, muhtemelen diğer birçok evrimsel güçle karışmış ve ağır bir kültürel çeşitlilik kabuğuyla kaplanmıştır. Bir öğleden sonra Marlene Zuk ile Hamilton-Zuk hipotezini keşfetmek ve cırcır böceklerinin şarkılarını incelemek arasında bölüştürdüğü çalışmaları hakkında konuştum. Ona fikirlerini insanlara uygulamaya çalışırken ne düşündüğünü sorduğumda temkinli davrandı. "Bu uyarlanabilir senaryoları oluşturmak kolay ve bunları test etmek neredeyse imkansız" dedi. "İnsanların insan davranışını incelememesi gerektiğini, bunda ahlaksız bir şey olduğunu söylemiyorum. Ama dikkat çeken bazı kalitesiz işler yapıldığını düşünüyorum çünkü insanlar 'Bu şeyin insanlara uygulanması harika değil mi?' İnsanlar insanlarla bir şeyler yaptıklarında, evcil hayvan teorilerine kapılırlar. Ama kriket şarkılarının yapısında neler olup bittiğini anlamıyorum bile.”

Yine de spekülasyon yapmakta suç yok. Parazitler, insan zihninin evrimini yönlendirmeye yardımcı olmuş olabilir mi? Primatlar, günlerinin büyük bir kısmını (yüzde 10 ile 20 arasında) birbirlerini tımarlayarak geçirirler. Diğer tımar hayvanları gibi, bitmek tükenmek bilmeyen bit saldırısını ve diğer deri parazitlerini savuşturmak zorundadırlar. Basitçe bu parazitleri ayıklamak yatıştırıcıdır, çünkü dokunmak primat beyninde hafif narkotikleri serbest bırakır. Buna göre

Robin Dunbar'a göre, parazit kaynaklı bu zevk, yaklaşık 20 milyon yıl önce maymunların ve insansı maymunların ve insanların ortak atalarının pek çok yırtıcı hayvanın bulunduğu habitatlara taşınmasıyla yeni bir önem kazandı. Bu primatlar ölmemek için bir araya toplanmak zorunda kaldılar, ancak daha sonra yemek için birbirleriyle rekabet etmek zorunda kaldılar. Sosyal stresler ortaya çıktıkça, primatlar, önceki işlevi olan parazitlerden kurtulmak için değil, diğer maymunların ittifakını satın almak için bir tür para birimi olarak, tımar etmekten gelen yatıştırıcı hislere güvenmeye başladılar. Başka bir deyişle, tımarlama politik hale geldi ve daha büyük grupları takip edebilmek için maymunlar daha büyük beyinler geliştirdiler ve zamanlarının çoğunu tımarlamaya ayırmak zorunda kaldılar.
Hominidler sonunda, bir grubun yaklaşık yüz elli üyesiyle, grubu sağlam tutmak için gün içinde birbirlerini tımarlamak için yeterli zamanın olmadığı bir noktaya ulaştı. Dunbar'a göre, o zaman dil ortaya çıktı ve tımarın yerini aldı.

Parazitlere karşı savunma yapmak, insan zekasının evriminde başka bir şekilde, daha da spekülatif ama daha önemli olabilecek bir rol oynayabilirdi. Belki de tıp bir rol oynadı. Yünlü bir ayı asalak bir sinek tarafından saldırıya uğradığında ve diyetini acı bakladan baldırana çevirdiğinde, bunu tamamen içgüdüsel olarak yapar.
Yaprağının üzerinde durup kendi kendine, "İçimde bir kurtçuk büyüyor gibi görünüyor ve bir şey yapmazsam içi boş bir kabuk bırakacak" diye düşünmüyor. Tadı muhtemelen bir bitki türünden diğerine geçiyor. Bu protıpla uğraşan çoğu hayvan için süreç muhtemelen aynıdır. Ancak primatlarda, özellikle de en yakın akrabalarımız olan şempanzelerde farklı bir şeyler oluyor gibi görünüyor. Hasta şempanzeler bazen garip yiyecekler ararlar. Bazı yaprak türlerini bütün olarak yutarlar; diğer bitkilerin kabuklarını soyarlar ve içindeki acı özleri yerler. Bitkilerde neredeyse hiç besin yoktur, ancak başka bir değerleri vardır. Yapraklar bağırsaklardaki solucanları temizleyebiliyor gibi görünüyor ve acı öz, ormanları şempanzelerle paylaşan insanlar tarafından ilaç olarak kullanılıyor. Bilim adamları bitkileri laboratuvarlarda analiz ettiklerinde, birçok paraziti öldürebildiklerini keşfettiler.

Başka bir deyişle, şempanzeler kendi kendilerine ilaç veriyor olabilir. Yıllar geçtikçe şempanze-doktor teorisine dair daha fazla kanıt birikiyor, ancak kabul görmesi yavaş. Biyolojideki tipik bir fikirden çok daha fazla kanıt gerektirir, çünkü bilim adamlarının şempanzelerin bitkilerini seçtikleri zaman belirli parazitlerden hasta olduklarını göstermeleri ve bitkilerin parazitlerle nasıl savaştığını göstermeleri gerekir. Yağmur ormanı sırtlarında yarışan şempanzelere yetişmek için koşarken bunu kanıtlamak, yavaş bilimsel ilerleme sağlar. Ancak çalışmaların çoğunu yapan primatolog Michael Huffman, gerçekten de şempanzelerin belirli bitkileri yedikten sonra parazit yüklerinin düştüğünü ve sağlıklarının düzeldiğini gösterdi. Şempanzelerin tıpta içgüdüsel güdümlü yünlü ayılardan çok daha sofistike olduğunu savunuyor. Vernonia amydalina bitkisinin kabuğunu ve yapraklarını ayırarak yalnızca özünü seçtiklerinde , bitkinin zehirli kısmından kaçınmış oluyorlar ve bitkinin sadece nematodları ve diğer parazitleri öldüren steroid glukozitlere sahip kısmını alıyorlar. Aç bir keçi bitkiden çok fazla yer ve bazen ölür.

Huffman haklıysa, şempanzeler tıp bilgisini biriktirmeli ve bilgiyi birbirlerine öğreterek ve gözlemleyerek zaman içinde taşımalıdır. Huffman bir keresinde bir erkek şempanzenin biraz Vernonia yiyip onu yere atmasını izlemişti; bir bebek şempanze onu almaya çalıştı,

ama annesi onu durdurdu, ayağını çukura koydu ve onu alıp götürdü. Huffman haklıysa, şempanzeler dikkate değer bir bilişsel karmaşıklığa sahip olmalı. Belirli parazitlerin semptomlarını tanıyabilirler ve bitki yemeyi tedavileriyle ilişkilendirebilirler. Hatta bazı bitkileri önleyici olarak yiyebilirler, bu da ilişkiyi daha da soyut bir düzleme yerleştirir.

İnsanlar insan evrimindeki en önemli adımlardan birini tartışırken, genellikle bu tür konuşmalar duyarsınız - soyutlama, doğadaki şeylerin potansiyel kullanımlarının farkındalığı - alet yapma yeteneği. Şempanzeler, yuvalardan termitleri avlamak için çubukları soyabilir; kayalar arasında mermileri parçalayabilirler; alçak, dikenli çalıların arasından geçmek için kendilerine sandalet bile yapabilirler. En yakın primat akrabalarımız olarak, 5 milyon yıl önceki ilk hominidlerin bazı yeteneklerini bünyesinde barındırabilirler. Daha sonra, atalarımız yoğun ormanlardan çıktıkça, et kesmek için taşları yontarak daha karmaşık aletler yapma becerisini geliştirdiler. Bir aletin şeklini yapabileceği işe bağlama yeteneği, daha fazla yiyecek ödülü getirdi.

Bu soyut düşünce, daha iyi aletler yapmayı mümkün kıldı ve hayatta kalmak daha da kolaylaştı. Başka bir deyişle, aletler beynimizi şişirmiş olabilir.

Muhtemelen, aynı argüman tıp için de geçerli olabilir. Bitkilerin çeşitli parazitlerle nasıl savaştığını anlama yeteneği, hominidlere daha uzun ömür ve daha fazla çocuk vermiş olabilir mi? Ve bu başarı, parazitlere karşı daha iyi tedaviler bulmak için daha güçlü beyinleri harekete geçirmiş olabilir mi? Eğer bu doğruysa, belki de bizim için daha iyi bir isim Homo medicus olur .

...

1955'te, Rockefeller Üniversitesi'nde bir bilim adamı olan Paul Russell, tamamen makul ve gerçekçi olduğunu düşündüğü bir başlık olan Man's Mastery of Malaria adını verdiği bir kitap yazdı . Bu kadar çok can alan parazit (bazı sayımlara göre şimdiye kadar doğmuş tüm insanların yarısı), modern tıbbın güçlerine yenik düşmenin eşiğindeydi. "İlk kez, ne kadar az gelişmiş olursa olsun ve iklim ne olursa olsun uluslar için sıtmayı sınırlarından tamamen çıkarmak ekonomik olarak mümkün." Sıtmanın sonu o kadar oldu bittiydi ki, Russell kitabını, parazit yok edildiğinde dünyayı bir nüfus patlamasının vuracağı uyarısıyla bitirdi.

Ben bu satırları yazarken, kırk dört yıl sonra, yirminci yüzyılın sonunda, her on iki saniyede bir kişi sıtmadan ölüyor. Russell'la benim aramda geçen zamanda, bilim adamları DNA'nın gizemini çözdüler; hücrelerin yüzüne yakından bakmışlardır; genlerden eyleme kadar bazı zincirleri halka halka tırmandılar. Ve yine de, sıtma hala insan ırkı arasında dolaşıyor.

Bu nedenle, diğer birçok parazit de öyle. Amerikalıların ve Avrupalıların aşina olabileceği bakteri ve virüslerin ötesinde, protozoalar ve hayvanlar, insan ev sahiplerinde bir tarla günü geçiriyorlar. İnsanlardan daha fazla insan bağırsak solucanı var.
Fil hastalığına neden olan parazitler olan filarial solucanlar 120 milyon insanı enfekte ediyor; 200 milyon şistozomiyaz vakası var, kan parazitlerinin neden olduğu hastalık. Chagas hastalığına neden olan tripanozom gibi coğrafyası sınırlı bir parazit bile,

20 milyona yakın insana bulaşıyor.

Bu parazitler tarafından alınan geç iş ücreti birkaç nedenden dolayı göz ardı edilmektedir. Birincisi, bunun çoğunlukla en fakir ülkelerdeki en fakir insanların başına gelmesi. Bir diğeri, bu parazitlerin çoğunun tamamen öldümcül olmamasıdır. 1,3 milyar insan kancalı kurt taşımasına rağmen, aslında her yıl sadece 65.000 kişi bu yüzden ölüyor. Ancak parazitlerin neden olduğu kronik enfeksiyonların etkileri hâlâ yıkıcı, insanları halsiz ve yetersiz beslenmiş durumda bırakıyor. Kancalı kurt ve kırbaçlı kurt gibi parazitler, çocukların okulda öğrenmesini zorlaştırır; Tek gereken, bazı yavaş çocukları tekrar parlak hale getirmek için bir doz kırbaç kurdu ilacı.

Epidemiyologlar, bu tür bir kaybı, engelliliğe göre ayarlanmış yaşam yılı olarak adlandırdıkları bir şeyle ölçmeye çalıştılar. Basitçe söylemek gerekirse, bu birim bir hastalık nedeniyle kaybedilen sağlıklı yaşam yıllarının tahmini değerini ölçer. Bu, emeğin soğuk kalpli hesaplamalarıyla dolu acımasız bir istatistik alıştırmasıdır - yirmi beş yaşında kan şansa yakalanmak, elli beş yaşında olduğundan çok daha fazladır. Bir hastalığın ne kadar kötü olduğuna bağlı olarak, hala yaşayan bir yıl, parazitsiz yaşanmış bir hayatın yalnızca bir kısmı olarak sayılır. Yuvarlak solucan bir çocuğun büyümesini yavaşlatabilir, ancak zamanında yakalanırsa durum tersine döner ve çocuk yeniden büyümeye başlar. Yine de çok uzun süre bırakıldığında, yuvarlak kurt çocuğu yetişkinliğe kadar bodur bırakabilir. Bu şekilde düşünüldüğünde, parazitler yaşam için şaşırtıcı bir yüktür. Sıtma dünya nüfusunun her yıl 35.7 milyon yaşam yılını çalıyor. Bağırsaktaki asalak kurtlar -en önemlisi kancalı kurtlar, yuvarlak kurtlar, kırbaç kurtları- sıtmadan çok daha az öldürücüdür ama aslında daha fazla hayat çalar: 39 milyon yaşam yılı. Birlikte ele alındığında, önde gelen parazitler yılda neredeyse 80 milyon yaşam yılını yok eder; bu, tüberkülozun iddia ettiğinin neredeyse iki katı kadardır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde çoğu insan parazitlerin yol açtığı hasarın farkında değil (hatta bu parazitlerin ne olduğunu bile bilmiyor), çünkü bugün kendi sağlıkları için çok küçük bir tehdit oluşturuyorlar. Her zaman böyle değildi. Amerikalıların çoğu 1800'lerde sıtmanın Büyük Ovalar'dan Kuzey Dakota'ya kadar yayıldığını veya 1901'de Staten Island nüfusunun beşte birinin paraziti taşıdığını bilmiyor. Çoğu, Amerika Birleşik Devletleri'nin güneyindeki insanların bir zamanlar kancalı kurt tarafından tüketildiği için tembel ve aptal olmakla ünlü olduğunu bilmiyor. Çoğu, 1930'larda Amerika Birleşik Devletleri'nde satılan domuz etinin yüzde 25'inin Trichinella taşıdığını bilmiyor .

Amerika Birleşik Devletleri'nin artık bu parazitler için endişelenmesine gerek yok, ama kimse sihirli bir mermi icat ettiği için değil. Parazitlerin binlerce nesil önce aldığı döngüyü kırmak için halk sağlığının, ek binaları inşa etmenin, yiyecekleri denetlemenin, enfeksiyonları tedavi etmenin yavaş, inatçı çalışmaları karşısında şaşkına döndüler. Bu basit yaklaşımda hala bolca hayat var. Gine solucanlarınının iğrenç vakasını düşünün.
Yirminci yüzyılın ortalarında bile, gine solucanları fevkalade başarılı parazitlerdi. 1940'larda yapılan bir tahmine göre, her yıl 48 milyon insanın ayaklarından sürünerek çıkıyorlardı. Bugün hala kobay hastalığı için bir aşı yok, hatta buna karşı etkili olduğu bilinen bir ilaç bile yok. Ancak 1980'lerin başında halk sağlığı çalışanları, onu Dünya'dan yok edebilecek bir kampanya başlattı.

Stratejileri basitti. Gine solucanı bölgesindeki insanları parazitin yollarından haberdar ettiler. Bazı yerlerde kuyuların kurulmasına yardım ettiler ve diğer yerlerde parazit taşıyan kopepodları gölet suyundan filtrelemek için tülbent verdiler. Bandajlar takarak insanların kobayın yaşam döngüsünü tamamlamasına yardım etmelerini engellediler.

parazitlerin oluşturduğu apseler. Gine solucanları konakçılarından dışarı atıldığı için konakçıları sudan uzak tutuldu. Birkaç yıl içinde kobay popülasyonu düşmeye başladı. 1989'da bildirilen 892.000 vaka vardı (gerçek vakalar muhtemelen çok daha fazlaydı); 1998'de sayı 80.000'e düşmüştü. Gine solucanları 1993'te Pakistan'dan tamamen kayboldu. Birkaç yıl içinde gine solucanlarının tamamen yok olacağı düşünülebilir. Çiçek hastalığından sonra, gine solucanları tıp tarihinde ortadan kaldırılan yalnızca ikinci hastalık olacaktı.

Diğer iki zararlı parazitin de onları eradikasyon için iyi adaylar yapan yaşam döngüleri vardır. Biri , karasineklerde dolaşan ve nehir körlüğüne neden olan solucan Onchocerca volvulus . Çoğu Afrika'da olmak üzere 17 milyon insan parazit taşıyor. Tüm sinekleri yok etmedikçe veya risk altındaki tüm Afrikalılara böcek spreyi vermedikçe, insanların enfekte olmasını önlemenin hiç bir yolu olmazdı. Gine solucanları gibi, O. volvulus'un da aşısı yoktur, ancak kısmi bir tedavisi vardır. Koyun yetiştiricileri, hayvanlarına bağırsak solucanlarını iyileştirmek için ivermektin adı verilen bir ilaç verir. Ivermectin, solucanları besleyemeyecekleri veya yüzemeyecekleri şekilde felç ediyor gibi görünüyor ve vücuttan atılıyorlar. Parazitologlar, ivermektinin aslında O. volvulus da dahil olmak üzere diğer birçok parazite karşı etkili bir şekilde çalıştığını keşfettiler . Nehir körlüğü olan bir kişi ilacı alırsa deride dolaşan yavru solucanlar ölür. Yetişkin solucanlar, daha binlerce yavru solucan doğurabilecekleri nodüllerinde mutlu bir şekilde sokuldukları için tam bir tedavi değildir. Ancak hastalığın en kötü semptomlarına -körlüğe yol açan ıstırap verici kaşıntı ve gözdeki yara izi- neden olan bebeklerdir.

Araştırmacılar, enfekte bir kişinin yılda bir kez bir hap alması durumunda bebeklerden kurtulacağını buldu. Yetişkin bir solucan on yıl yaşadığından, tamamen iyileşmesi için on kez alması gerekirdi. Ecza devi Merck, nehir körlüğü dünyasını iyileştirmek için gerektiği kadar ivermektin bağışladı ve şimdiye kadar 100 milyon doz dağıtıldı.

Daha yakın zamanlarda, parazitologlar, ivermektinin fil hastalığına neden olan filiary solucanlara karşı etkili bir şekilde çalışabileceğini keşfettiler. Filarial solucanlar, esasen O. volvulus ile aynı yaşam döngüsüne ve ivermektine karşı aynı duyarlılığa sahiptir. Proje çok daha iddialı—tropikal dünyanın çoğu yerinde 120 milyon insan enfekte. Bu araştırmacılar başarılı olursa ve bu üç parazit yok edilirse, dünya onları bu kampanyaları yürüttükleri için onurlandırmalıdır. İnsanların Dünya'da bu kadar ayrıntılı şekillerde insan ıstırabına neden olabilecek herhangi bir şey olduğuna inanmakta zorlanacağı bir zamanı dört gözle bekleyebiliriz. Yirmi ikinci yüzyılın ejderhaları ve basiliskleri olacaklar.

Yine de, savunmasızlıkları açısından bu üç parazit, kuraldan çok istisnadır. Pek çoğu, dünyanın çoğunun içinde yaşadığı yoksullukla geçiniyor ve onları durdurmak için bazı iyi niyetlerden daha fazlası gerekiyor. Şistozomiyaz, prazikuantel ilacını alacak yirmi dolarınız varsa kolaylıkla tedavi edilebilir. Kendi başınıza karşılayamayacak kadar fakirseniz ve birisi size bedava veriyorsa, suyunuzu temiz bir kuyu yerine bir göletten almanız gerektiğinden muhtemelen tekrar hastalanacaksınız. Ve çoğu zaman, yoksulluğun sözde tedavileri parazitlerin hayatını kolaylaştırıyor. Devasa barajlar inşa edildiğinde ve geniş kuru arazileri sular altında bıraktığında, salyangozlar için yeni yuvalar yaratırlar.

kan parazitleri ve yeni schistosomiasis salgınları güvenilir bir ş ekilde takip edilir.

Parazitlerin günümüzde bu kadar baş arılı olmasının en önemli nedeni evrim geç irmeleridir. Parazitler, bir zamanlar sanıldığ ı gibi hayatın ç ıkmaz sokakları değ ildir; sürekli olarak durumlarına uyum sağ larlar. Sıtma bizi geliş meye zorlamakla kalmadı; bize uyum sağ lamak iç in evrildi. Ve binlerce yıldır doğ al insan savunmasına adapte olduktan sonra, Plasmodium artık yeni bir T hücresi reseptörü yerine ilaç lara karş ı ç ıkmak zorunda.

1950'lerden önce, dünyanın herhangi bir yerinde bir kiş inin kaptığ ı sıtma, birkaç doz iyi huylu klorokin ilacı ile tedavi edilebiliyordu. Klorokin, Plasmodium'un yiyeceğ ini zehire ç evirerek sıtmayı iyileş tirir . Plasmodium , kırmızı kan hücrelerindeki hemoglobinle beslenirken , parazit molekülün kollarını keserek geride demir aç ısından zengin ç ekirdeğ i bırakır. Bu ç ekirdek parazit iç in tehlikelidir, ç ünkü Plasmodium'un zarına yerleş ebilir ve moleküllerin iç eri ve dış arı akış ını bozabilir. Parazit zehiri iki ş ekilde nötralize eder. Moleküllerin bir kısmını zararsız hemozoine dönüş türür; geri kalanı, artık zarla reaksiyona giremeyecek hale gelene kadar enzimlerle iş ler.

Klorokin, Plasmodium'a doğ ru ilerler ve parazit onu nötralize edemeden önce hemoglobin ç ekirdeğ i ile birleş ir. Yeni haliyle, bileş ik bir hemozoin zincirinin ucuna sığ maz ve parazitin enzimleri artık onunla reaksiyona giremez.
Bunun yerine Plasmodium'un zarında birikir ve onu sızdırır hale getirir. Parazit artık ihtiyaç duyduğ u potasyum gibi atomları iç eri pompalayamaz veya kurtulması gerekenleri dış arı pompalayamaz ve sonunda ölür.

Artık dünyanın büyük bir bölümünde klorokin geç irmez sıtma barınıyor. 1950'lerin sonlarında, biri Güney Amerika'da, diğ eri Güneydoğ u Asya'da olmak üzere iki klorokin direnç li parazit doğ du. Araş tırmacılar onları neyin bu kadar inatç ı yaptığ ından tam olarak emin değ iller, ancak klorokin parazite ç ok derinlemesine nüfuz etmeden önce onu yakalayan mutant bir proteine sahip olduklarından ş üpheleniyorlar. Bu mutantlar muhtemelen binlerce yıldır düzenli olarak ç oğ aldı, ancak ürettikleri garip proteinler hiç bir iş e yaramadı. Muhtemelen parazitin kan ziyafetini yavaş lattılar, bu yüzden doğ al seç ilim tarafından susturuldular.

Ancak 1950'lerden baş layarak, klorokin'i bloke edebilen herhangi bir parazitin koloniles mek iç in bol miktarda alanı -insan vücutları- vardı. Yıllar geç tikç e, bu iki Plasmodium mutantının ç ocukları anavatanlarından yayıldı. Güney Amerika mutantı, tüm kıtanın her sıtma bölgesini kapsayacak ş ekilde yayıldı. Bu arada Güneydoğ u Asyalı mutant daha da kozmopolitti: 1960'larda doğ uda Endonezya ve Yeni Gine'yi istila ederken, 1970'lerde batıda Hindistan ve Orta Doğ u'ya yayıldı. 1978'de, bu Güneydoğ u Asya formunun ilk kaydı Doğ u Afrika'da kaydedildi ve 1980'lerde Sahra altı Afrika'nın ç oğ una ulaş tı. Ş imdi sıtmanın yayılmasını durdurmak ç ok daha zor ç ünkü diğ er sıtmaya karş ı ilaç lar daha pahalı ve direnç li Plasmodium türleri de bunlara karş ı yükseliyor.

Plasmodium gibi parazitlerin yeniden canlanması, parazitologların bir aş ı iç in can atmasına neden oldu. Ancak aş ılar bazı virüslere ve bakterilere karş ı iyi ç alış sa da, bir ökaryota karş ı ticari olarak temin edilebilen bir aş ı yoktur. Hiç biri. Sorun ş u ki, ökaryot parazitler karmaş ık, kaç amak yaratıklar. Farklı aş amalardan geç iyorlar

ev sahibi iç inde, bir aş ama diğ erine hiç benzemiyor. Protozoanlar ve hayvanlar, bağ ış ıklık sistemlerimizi kandırmakta baş arılıdırlar - tripanozomların moleküler kürklerini nasıl soyup tamamen farklı bir kimyasal ş erit modeliyle büyüyebildiğ ini, kan kelebeklerinin kendi moleküllerimizi bir maske iç in kaparken diğ er kimyasalları üretme ş eklini bir düş ünün. bizi kendimize düş man edin.

Parazit aş ıları yapmaya yönelik ilk giriş imler kaba iş lerdi. Bilim adamları canlı parazitleri radyasyonla yok edecek ve ardından kalıntılarını laboratuvar hayvanlarına enjekte edeceklerdi. Sadece biraz koruma sağ ladılar. Son yirmi yılda bilim insanları aş ılarını nasıl ç ok daha dikkatli bir ş ekilde uyarlayacaklarını öğ rendiler. Dikkatlerini tüm parazitlerden, parazitlerin kürklerinde taş ıdıkları tek moleküllere ç evirdiler. Umutları, bağ ış ıklık sisteminin kendisini bu iş galcilerle savaş maya hazırlamak iç in kullanabileceğ i bir avuç molekül bulmaktı. Ama yine de baş arısızlıklar gelmeye devam etti. Dünya Sağ lık Örgütü, 1980'lerde bir schistosomiasis aş ısı oluş turmak iç in agresif bir kampanya düzenledi. Bir değ il altı molekülü desteklediler ve her biri bir grup immünolog tarafından test edildi. Hiç biri önemli bir koruma sağ lamadı, bu nedenle aş ı geliş tiricileri yeni moleküller aradıkç a büyük plan rafa kaldırıldı.

Yine de parazitler tanımları gereğ i aş ılara meydan okumazlar. Hala onsuz yaş ayamayacakları, bağ ış ıklık sisteminin saldırıları iç in bir rehber olarak kullanacak kadar düzenli olarak tanımlayabildiğ i bir molekül olması mümkündür. 1998'de, Birleş ik Devletler Donanması ile bilim adamları tarafından oluş turulan bir sıtma aş ısı iç in insan denemeleri baş ladı. Aş ıları mevcut olanlardan bile daha sofistike. İ nsan bağ ış ıklık sisteminin Plasmodium'a karaciğ er hücresindeki erken evresinde saldırmasını istiyorlar . Karaciğ er hücreleri, yüzeyindeki majör histokompatibilite kompleksi (MHC) reseptörlerinde Plasmodium proteinlerinin bitlerini gösterir.
Normalde vücudumuz bu aş amada sıtmayla savaş amaz, ç ünkü öldürücü T hücreleri parç aları tanıyıp parazit öldürücü bir orduya dönüş tüğ ünde, Plasmodium ç oktan karaciğ erden kaç mış ve kan dolaş ımına karış mış tır .

Ancak öldürücü T hücresi bu parç aları tanıyacak ş ekilde hazırlanmış sa, enfekte olmuş karaciğ er hücrelerini hemen yok etmeye baş layabilir. Donanma bilim adamları, bu T hücrelerinden bir ordu yaratmak iç in insanlara sahte bir sıtma vakası vermek istiyorlar. Gönüllülerin kaslarına enjekte ettikleri bir DNA dizisi oluş turdular. DNA, Plasmodium tarafından yapılan ve karaciğ er hücreleri tarafından sergilenen aynı proteini yapmaya baş ladığ ı kas hücrelerine doğ ru yol alır. Kas hücreleri teorik olarak bu aş ı proteinini kendi yüzeylerine taş ımalıdır ve karş ısına ç ıkan öldürücü T hücreleri, gerç ek bir enfeksiyon geldiğ inde savaş abilecektir.

Bununla birlikte, insan denemelerinden gerç ek bir aş ı kampanyasına - özellikle de dünyanın en fakir bölgelerinde yüz milyonlarca insanı etkileyen sıtma ve ş istozomiyazis gibi hastalıklara karş ı - uzun bir yol var. "Bir aş ıdan bekleyebileceğ iniz en iyi ş ey nedir?" diye soruyor kariyerinin büyük bir bölümünü ş istozomiyazı kontrol altına almanın yollarını arayarak geç iren Armand Kuris. “Bir moleküler biyolog, 'Pahalı, her beş ila yedi yılda bir yeniden aş ılama gerektirecek, mükemmel soğ uk uygulama gerektirecek' diyecektir. Bu, üretiminden bir flakonu ç ıkarıp iç ine bir ş ırınga yerleş tirdiğ iniz ana kadar soğ utma anlamına gelir. Hiç ç iç ek hastalığ ı aş ısı oldunuz mu? Kosta Rika sınırında hemş irenin aş ıyı bir shot bardağ ına yaptırdığ ı ve dikiş iğ nesiyle bana dövme yaptığ ı yerde aş ı oldum. Ş imdi bu bir aş ı.” O

şistozomiyazisin tedavisi olan prazikuantelin yirmi dolara mal olduğuna dikkat çekiyor. "Kenya'da çalıştığım köylerde, en iyi durumda olan aileler, ayrıcalıklı bir çocuk için ilacı alabilirler. Bu ekonomik olarak imkansızsa, o zaman sana bir aşı versem, onunla ne halt edebilirsin? Bu konuda araştırma yapmayın demiyorum. Donanma, sıtmanın olduğu bir yere gitmek zorunda kalabilir -Barış Gönüllüleri çalışanları, diplomatlar... ama şistozomiyazdan mustarip 200 milyon insan açısından, aşının işe yarama şansı yok. Yine de benim hesabıma göre son yirmi yılda şistoya harcanan paranın dörtte üçü aşılara harcanmış."

Araştırmacılar, Kuris'in tek kullanımlık bardak standardını karşılayan bir aşı üretebilseler bile, parazitler pekâlâ bunun etrafından dolanmanın bir yolunu bulabilir. Dünya Sağlık Örgütü, bir şistozom aşısının yalnızca yüzde 40 koruma sağlasa bile desteklemeye değer olacağına karar verdi. Bu, schistosomiasis'li 200 milyon insanın yüzde 40'ının parazitlerinden kurtulacağı anlamına gelmez. Bu, her insanın damarlarındaki solucanların yüzde 40'ını kaybedeceği anlamına gelir. Kulağa değerli bir hedef gibi geliyor, ancak şistozomların karmaşıklığını göz ardı ediyor. Bu parazitler, konakçılarında kaç tane şans eseri olduğunu hissedebilir ve bu sayı arttıkça, her dişi giderek daha az yumurta üretir. Muhtemelen kan parazitlerinin ev sahipleriyle ilgilenmek için geliştirdikleri bir mekanizmadır. Her dişi mümkün olduğu kadar çok yumurta çıkarsaydı, bunlar konağın karaciğerinde o kadar çok yara izi bırakırdı ki konağın ölebilirdi. Bir insandaki solucanların yüzde 40'ını öldüren bir aşı, tam tersi bir durum yaratabilir: Hayatta kalan şistozomlar, daha az rekabete sahip olduklarını hissedecek ve yumurta üretimini hızlandırarak hastalığı daha da kötüleştirecektir.

Aşılar aynı zamanda zor kazanılmış kendimizi aşılama yeteneğimizi yıkma riskini de taşır. Sıtmanın karaciğer aşamasına karşı donanma aşısının işe yaradığını ve dünya çapında milyonlarca çocuğa enjekte edilmesine karar verildiğini söyleyin. Şimdi aşının birkaç yıl boyunca mükemmel şekilde çalıştığını söyleyin. Şimdi, ülkelerin iç savaş ya da spekülatörlerin ulusal para birimlerini satması nedeniyle programın sona ermesine izin verdiğini söyleyin. Ya da isterseniz, mutasyona uğramış bir sıtma türünün aşıyla eğitilmiş T hücrelerinin aşıyı tanımasını engelleyecek kadar farklı olduğunu söyleyin. Artık insanların karaciğerlerinde hiç bir koruma olmayacak ve parazitin kan aşamasına karşı kendi dirençlerini geliştirme fırsatı bulamayacaklardı. O zaman aşı makul bir şekilde yarardan çok zarara neden olabilir.

Bazı parazitler için, ortadan kaldırmaya çalışmaktansa daha iyi bir birliktelik bulmak daha mantıklı olabilir. Örneğin, schistosomiasis'te yetişkin kan parazitlerinin kendileri fazla zarar vermez. Bağışıklık sisteminden o kadar iyi gizlenirler ki, zarar veren bir saldırıyı tetiklemezler ve fazla kan içmezler. Bağışıklık sistemi karaciğerde etraflarında dev yara dokusu topları oluşturduğundan, sorun olan yumurtalarıdır. Bağışıklık hücrelerinin ticaret yaptığı birçok sinyal arasında, birinin bu granülomları yapmasını engelleme yeteneği vardır. Bilim adamları şistozomiyazisli farelere bu sinyalden fazladan bir doz verirlerse kendi karaciğerlerini yok etmediklerini bulmuşlardır.
Muhtemelen, bu tür bir ilaç bizi parazitlerden değil kendimizden kurtarabilir. Başka bir strateji de kan parazitlerinin çiftleşmesini engellemek olabilir. Bilim adamları, erkeklerin kimyasal bir sinyalle dişileri çektiğini keşfettiler. İnsanlar bağışıklık sistemleri bu sinyali yok etsin diye aşılandıysa, kan tesadüfü aşk

engellenir ve yumurta yapılmaz.

Onları evcilleştirebilirsek, parazitlerle bir arada yaşamak da mümkün olabilir. Bir parazitin neden olduğu bir hastalığın şiddetinin, onun evrimsel seçenekleriyle çok ilgisi vardır. Bir virüsün en iyi hayatta kalma şansı, konakçılarını hızlı bir şekilde öldürmesini gerektiriyorsa, muhtemelen ölümcül bir türe dönüşecektir. Ancak bunun tersi de doğrudur: Virüs öldürücü olduğu için ağır bir bedel ödemek zorunda kalırsa, daha iyi huylu türler galip gelecektir. On bin yılı aşkın bir süredir, bitki ve hayvanları arzuladığımız nitelikler için yetiştirdiğimiz için aslında pek çok evrimi yönetiyoruz - örneğin uysal inekler ve tatlı elmalar. Virülans teorisinin mimarlarından biri olan Amherst Koleji'nden Paul Ewald, hastalıklarla savaşmak için aynı şeyi parazitlerle yapmayı önerdi. Aslında bir paraziti evcilleştirmek zor değil. Örneğin, tropik bölgelerin pek çok yerinde halk sağlığı kampanyaları, sıtma taşıyan sivrisineklerin onları uyurken ısırmasını önlemek için insanlara paravan ve cibinlik sağlıyor. Ewald, kampanyaların yalnızca sivrisinek ısırıklarını önleyerek değil, aynı zamanda sivrisineklerin içindeki Plasmodium'u daha nazik bir forma dönüşmeye zorlayarak hayat kurtaracağından şüpheleniyor . Bir parazitin bir konakçıdan diğerine geçme olasılığı azaldıkça, evrimsel olarak konuşursak, bir konakçıyı öldürmek akıllıca olmaz.

Parazitleri yok etmek yeni hastalıklar bile yaratabilir. Kolit ve Crohn hastalığı bugün 1 milyon Amerikalıyı etkiliyor. Her iki durumda da, bir kişinin kendi bağışıklık sistemi, bağırsakların astarına şiddetli bir şekilde saldırır. Tetiklediği iltihaplanma, kişinin sindirimini bozar ve bazen bir cerrahın hasarlı bağırsakların bir kısmını kesmesi gerekebilir. Her iki hastalık da bir insana ömür boyu eziyet edebilir ve şu ana kadar ikisinin de tedavisi bulunamamıştır. Yine de, bugün olduğu kadar yaygın olarak, 1930'lardan önce herhangi bir kolit veya Crohn hastalığı kaydı bulamazsınız. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki ilk vakalar, New York City'deki hali vakti yerinde Yahudi ailelerde ortaya çıktı ve bu, doktorların bunların kalıtsal hastalıklar olduğunu düşünmesine neden oldu. Ama sonra Yahudi olmayan beyazlar onları almaya başladı. Yine de doktorlar, neredeyse hiç siyah hastalanmadığı için hastalıkların kalıtsal olduğunu düşünüyorlardı. Ancak 1970'lerde siyahlar da hastalığa yakalanmaya başladı. Amerika Birleşik Devletleri'nin dışına baktığınızda, başka bir tuhaf model görebilirsiniz. Dünyanın daha fakir ülkelerinde, hastalıklar neredeyse hiç duyulmamış durumda. Yine de, yoksulluktan hızla zenginliğe geçen iki ülke olan Japonya ve Kore'de artık kolit ve Crohn hastalığı salgınları var.

Bazı bilim adamları, bu hastalıkların yayılmasının bağırsak kurtlarının yok edilmesinden kaynaklandığını düşünmektedir. Fikir kesinlikle tarihlerine uyuyor. Amerika Birleşik Devletleri'nde, ilk önce şehirlerdeki varlıklı insanlarda ortaya çıktılar - başka bir deyişle, bağırsaklarında yaşayan tenyalardan ve diğer solucanlardan ilk temizlenecek olan insanlarda.
Daha sonra siyahlar da yoksulluktan çıkıp şehirlere taşınınca onlar da hastalandı. Bağırsak parazitleri dünyanın çoğu yerinde hala yaygındır, ancak yakın zamanda yok edildikleri ülkelerde bunu kolit ve Crohn hastalığı hızla izlemiştir.
Ivermectin gibi solucan önleyici ilaçlarla tedavi edilen çiftlik hayvanları bile bağırsak hastalıklarına yakalanmaya başlıyor.

İnsanlar, bağışıklık sistemleri ve bağırsak parazitleri arasındaki etkileşim sayesinde bu gibi hastalıklardan korunmuş olabilir. Parazitologlar, bağırsak solucanlarının bağışıklık sistemini zehir fışkırtan, hücreleri yutan bir çılgınlıktan daha yumuşak bir tür saldırıya itebildiğini bulmuşlardır. Bu daha yumuşak ruh halinde, bağışıklık sistemi hala bakteri ve virüsleri kontrol altında tutabilir, ancak asalak solucanlar rahatsız edilmeden yaşayabilir. Bu düzenleme

ev sahibine de fayda sağlar. Parazit solucanlar bol olduğunda, onlara tekrar tekrar saldırmak tehlikeli olacaktır. Ama sonra, evrimsel bir göz açıp kapayıncaya kadar, birkaç yüz milyon insan parazitlerini kaybetti. Sakinleştirici etkileri olmadan, bazı insanlar artık diğer tarafa çok ileri gidiyorlar, bağışıklık sistemleri kendi vücutlarına saldırmayı durduramıyor.

1997'de Iowa Üniversitesi'ndeki bilim adamları bu fikri şaşırtıcı bir şekilde uygulamaya koydular. Herhangi bir geleneksel tedaviden fayda görmeyen ülseratif kolit ve Crohn hastalığı olan yedi kişiyi seçtiler. Onları, normalde bir hayvanda yaşayan ve insan bağırsağında kendi başına herhangi bir hastalığa neden olmayan bir bağırsak solucanından yumurtalarla beslediler (bilim adamları, araştırmalarını bitirene kadar türü hala bir sır olarak saklıyorlar). Birkaç hafta içinde yumurtalar çatladı, larvalar büyüdü ve yedi kişiden altısı tamamen iyileşti.

Parazitsiz yaşam, alerjiler gibi diğer bağışıklık bozukluklarının artmasından da sorumlu olabilir. Sanayileşmiş dünya nüfusunun yüzde yirmisi alerjiden muzdariptir, ancak başka yerlerde onları bulmak zordur. Ülkeden ülkeye genelleme yapmak tehlikeli olduğu için, Neil Lynch adlı bir immünolog Venezuela'da bu model üzerinde ayrıntılı araştırmalar yaptı. Akan suyu ve tuvaleti olan üst sınıf evlerdeki insanlara baktı ve onları gecekondu mahallelerindeki fakir Venezuelalılarla karşılaştırdı. Üst sınıf insanların yüzde 43'ünde alerji varken, sadece yüzde 10'unda bağırsak solucanlarından hafif enfeksiyonlar görüldü. Yoksullar arasında, üst sınıflarda olduğu gibi alerjilerin yarısı, ancak iki katı solucan vardı. Ve Lynch, yağmur ormanlarında yaşayan Venezüella Kızılderililerini incelediğinde, model daha da keskindi: Yüzde 88'ine parazit bulaşmıştı ve hiç alerjileri yoktu. Etkilerini ortaya koyan asalak solucanlar olmadan, bağışıklık sistemlerimiz zararsız kedi kepeği ve küf parçalarına aşırı tepki vermeye eğilimli olabilir.

Bu hastalıklarla savaşmak için parazitlerle uzun evliliğimizi kabul etmemiz gerekebilir. Bu, koliti olan kişilerin , parazit kaslarına girerken uzun ve ıstırap verici bir ölümün tadını çıkarmadıkça Trichinella yumurtaları yemeleri gerektiği anlamına gelmez . Ancak parazitlerin bağışıklık sistemlerimizi manipüle etmek için kullandıkları kimyasallar, modern yaşamdan korunma sağlayabilir. Belki bir gün, çocuk felci aşılarıyla birlikte çocuklar parazit proteinleri alacaklar, böylece bağışıklık sistemleri kontrolden çıkmamak üzere eğitilecek. İnsanlardaki parazitlerin hikayesine son bir dönüş olacaktı. Her zaman hastalık olmayabilirler. Bazı durumlarda tedavi olabilirler.

8
Asalak Bir Dünyada Nasıl Yaşanır?

Yeryüzü ne zaman varlık şeklini değiştirse, var olan varlıklar da yok oluyordu. Aynı şey solucanların başına gelir; ev sahibi hayvan öldüğünde onlar da yok edilir.

—Johannes Bremsner, Alman parazitolog (1819)

Santa Barbara'ya yaptığım ziyarette, Kevin Lafferty bana parazitlerin bir tuz bataklığı üzerinde nasıl hüküm sürdüğünü gösterdikten sonra, Armand Kuris'in yüksek lisans öğrencilerinden biri olan Mark Torchin adında genç bir adamla bir sabah geçirdim. Beni deniz biyolojisi laboratuvarlarından birinin içinden geçirerek köşedeki mavi kapıya götürdü. Kapıya KARANTİNA yazılı bir levha yapıştırılmıştı. Torchin kapıyı açtığında ve karanlığa doğru yürüdüğümüzde, akan bir derenin sesini duyabiliyordum. Torchin, oda boyunca uzanan yüksek bir masanın üzerinde parlayan soğuk flüoresan lambaların anahtarını buldu. Sol tarafta suyla dolu akvaryum tankları vardı ve içlerinde yengeçler kırık beyaz ağ parçaları üzerinde zıplıyordu. Sağda, her biri bir kepçe su içinde tek bir yengeç tutan, içlerine istiflenmiş bardaklar olan küvetler vardı. Bir derenin sesi, hemen dışarıdaki lagünden deniz suyunu pompalayan, tanklara akan ve Pasifik'e geri akmak üzere bir kanalizasyona gitmeden önce masaya damlayan boru sisteminden geliyordu.

Yengeçler, Avrupa yeşil yengeci Carcinus maenas idi. Bazıları çay fincanı, bazıları ise sadece shot bardağı büyüklüğündeydi. Kuzey Kaliforniya ve Pasifik Kuzeybatı kıyılarında yürürseniz, yeşil yengeçler bulabilirsiniz ve bu, bazı insanları dehşete düşüren bir gerçektir. 1991'den önce Kaliforniya kıyılarında hiç yeşil yengeç yoktu. Orijinal menzili Avrupa sahilleri boyuncaydı. Orada doymak bilmez bir yaratık vardı; Büyük Britanya'da biyologlar, tek yengeçlerin bir günde her biri yarım inç uzunluğunda kırk midye yemesini izlediler. Binlerce - belki de milyonlarca - yıl boyunca, dünyanın geri kalanı yeşil yengecin açlığından kurtuldu, ancak insanlar gemileri icat ettiğinde bu durum değişti. Yeşil yengeç, balast suyu aldıklarında gemilerin ambarlarına kolayca emilebilen binlerce neredeyse görünmez larvayı suya atar. Belki iki yüz yıl önce, Amerikan kolonilerine giden bir gemi, Yeni Dünya'ya yeşil yengeçler taşıdı. Hızla Amerika Birleşik Devletleri'nin doğu kıyıları boyunca yayılmaya başladılar ve kuzey New England ve Kanada'daki kabuklu deniz hayvanlarını yuttular. Bir zamanlar New England'daki bütün bir balıkçılık endüstrisinin temeli olan yumuşak deniz tarağı, tamamen ortadan kalktı.

Yengeçler Güney Afrika ve Avustralya'ya da gitti, ancak yüzyıllar boyunca Amerika Birleşik Devletleri'nin batı kıyısı kurtuldu. Avrupa'dan ve Amerika Birleşik Devletleri'nin doğusundan oraya seyahat eden tüm gemilere rağmen, San Francisco yakınlarındaki bir balıkçı ilk kez 1991'de ağlarına yeşil bir yengeç çekti. Raporlar deniz biyolojisi çevrelerinde yayılır yayılmaz bilim adamlarının morali bozuldu. San Francisco çevresindeki hemen hemen her kabuklu deniz hayvanı türü uygun bir avdı ve eğer yeşil yengeç,

Los Angeles'a veya kuzeybatıya seyahat eden gemilerin kıyılarında, istiridye, Dungeness yengeçleri ve diğer değerli yaratıklarla ziyafet çekerek yeni habitatlara yayılabilir. Kazdığı yuvalar bentleri, bentleri ve kanalları istikrarsızlaştırarak daha da fazla hasara neden olabilir. Armand Kuris, "Bu bir felaket" diyor. "En kötü senaryoda isteyebileceğiniz her şey bu."

Santa Barbara'daki karantinaya alınan laboratuvardaki yeşil yengeçler, tanklarının içinde sıçradı. Bazılarının bir öncekini kaybettikleri yerde büyüyen hayalet gibi beyaz pençeleri vardı. Ve bazılarının, Torchin onları sudan çekip ters çevirdiğinde görebildiğim kadarıyla, bacakları ve pençeleri çaresizce dönüyordu, karınlarında karamela rengi bir kese taşıyorlardı. Normal yengeçlere benziyorlardı ama başka bir şeye dönüşmüşlerdi. Ray Lankester'ın kâbuslarındaki dejenere asalak midye Sacculina carcini ile doluydular . Torchin, Lafferty ve Kuris , Pasifik kıyılarını yeşil yengeçten kurtarmak için Sacculina'yı kullanmaya çalışıyorlardı .

1800'lerin sonlarında, bilim adamları bazen parazitolojiden tıbbi zooloji olarak söz ettiler. Parazitlerin neden olduğu hastalıklarla savaşmaya çalışmadan önce, parazitleri kendilerine ait doğal geçmişleri olan gerçek organizmalar olarak anlamaları gerektiğinden bahsediyorlardı. Şimdi, bir asır sonra, terim yeni bir hayata kavuştu. Artık hasta bir insan değil, doğal dünyadır. Yabancı türler kıtalar ve denizler arasında kontrolsüz bir şekilde yayılıyor; yerli bitkiler ve hayvanlar yeni hastalıkların kurbanı oluyor; ormanlar kütüklere ve kıyı şeritleri apartmanlara dönüştükçe habitatlar yok oluyor. Ekosistemler sendeledikçe, bilim adamları parazitlerin sağlıkları için önemli olduğunu fark ettiler. Sağlıklı bir ekosistem parazitlerle doludur ve bazı durumlarda bir ekosistem sağlığı için parazitlere bile bağımlı olabilir. İnsanlar dünyayı değiştirirken, biyosferi alt üst ederken, bazı hatalarımızı geri almamıza ve belki de yenilerini yapmaktan alıkoymamıza yardımcı olması için parazitleri görevlendirmek mümkün olabilir.

Bilim adamları ilk olarak 1880'lerde parazitleri haşerelere karşı kullanmayı düşündüler. Orijinal fikir basitti. Parazit ucuz, sonu gelmeyen bir haşere öldürücüdür. Konağını arayıp bularak onu istila edebilir, konağın bağışıklık sistemiyle savaşabilir ve çoğu durumda konağı ölü bırakabilir. Böcek ilacı kullanan çiftçiler, bitkilerini yılda en az bir kez ilaçlamak zorundadır, ancak parazitler yenilenmeye ve yeni konakçıları izlemeye devam eder. Basitçe paraziti ekin, tartışma sona erdi ve dertleriniz sona erdi. Bu yüzyılın başlarında, çiftçiler tam olarak vaat edilen türden bir başarı elde ediyorlardı. Pullar, böcekler ve diğer haşereler, eşek arıları, sinekler ve diğer parazit türleri tarafından yok edildi.
Parazitler, haşereleri tamamen ortadan kaldıramadı, ancak artık tüm tarlaları yok etmekle tehdit etmiyorlardı.

1930'larda zirai kimya endüstrisi doğdu. Modern bilimin parıltısıyla gelen güçlü bir böcek ilacı olan DDT piyasaya çıktı - insanların doğaya hakim olmak için kullanabileceği sentetik bir yaratım. Sonuç olarak, biyolojik kontrol ortadan kalktı.
Kaliforniya ve Avustralya'daki birkaç biyolog, biyolojik kontrolü geri getirme umuduyla parazitleri incelemeye devam etti. Ve sonraki kırk yıl içinde böcek ilaçları sendelemeye başladı. Böcekler DDT'ye karşı direnç geliştirdi. Kimyasal, besin zincirine girerek kuşların ince yumurta kabuklu yumurtalar bırakmasına neden oldu. Pestisitlere karşı bir çevre hareketi başladı ve biyolojik kontrolün yaşlanan ustaları bir geri dönüş şansı gördü.

Armand Kuris, "O zamanlar Berkeley'de yüksek lisans öğ rencisiydim" diyor. "Çok ilginç ti. Bunlar benden yirmi, otuz yaş büyük yaş lı adamlardı. İ pli kravatları ve bunun gibi ş eyleri olan yaş lı ç iftç ilerdi. Altmış larda tüm hippilerle birlikteydiler ve kendilerini aynı yatakta buldular. Baş langıç ta garipti ama sonra aynı tarafta olduklarını anladılar. Altmış ların tarihinin kenar ç ubuklarından biriydi.

İ kinci enkarnasyonunda, parazitlerle biyolojik kontrol ç ok daha sağ lam bir bilimsel temele sahipti. Böcekler DDT'ye direnç geliş tirebilir, ancak parazitler de geliş ebilir. Ev sahiplerine saldırmak iç in yeni moleküler formüller bulabilirler ve haş erelerin geliş tirebileceğ i her türlü direnci ortadan kaldırabilirler. Bazı bilim adamları, bir parazitin doğ aya en azından bir miktar denge getirerek bir haş ereyi dizginleyebileceğ ini savundu. Zararlıların ç oğ u, yeni bir ülkeye getirilen yeş il yengeç gibi yabancı türlerdir. Bu kadar zararlı olmalarının bir nedeni, yerli türler kendi parazitleriyle mücadele etmek zorundayken, parazitlerinden kurtulmuş olmaları ve kontrolsüz üreyebilmeleridir. Biyolojik kontrol argümanına göre iş galcinin anavatanından bir parazit getirmek, gerç ekten bazı doğ al kısıtlamaları yeniden tesis etmenin bir yoludur.

...

Yeni biyolojik kontrol aslında tehlikeli ev sahiplerine karş ı bazı muhteş em zaferler sağ ladı. Örneğ in, Afrika'nın büyük bölümünü aç lıktan kurtarmış olabilir. Çin iç in pirinç ne ise, bir zamanlar İ rlanda iç in patates ne ise, Afrika iç in manyok odur. Bitki, ıspanak kadar besleyici ve ç ok daha lezzetli olan geniş yeş il yapraklarıyla bir metre yüksekliğ inde büyür. Ispanak kökleri fazla sayılmaz, ancak manyok kökleri kalın niş asta levhalarıdır. Manyok, diğ er köklerin ç ürüyüp gideceğ i yerde büyüyecek kadar sağ lamdır, bu nedenle Afrika'nın daha nemli bölgelerindeki bazı köyler iç in kıtlıkla arasında duran tek ş ey manyoktur. Fildiş i Sahili'ndeki Senegal'den Hint Okyanusu'ndaki Mozambik'e kadar 200 milyon insan buna bağ lı. Ve 1973'te manyok ölmeye baş ladı.

Zaire'nin baş kenti Kinshasa'nın ç evresindeki küç ük arazilerde yapraklar kıvrılmaya ve buruş maya baş ladı ve fotosentez olmadan kökler bodurlaş tı. Birkaç yıl iç inde ş ehirde o kadar az manyok vardı ki, bir ailenin bir haftalık arzı bir aylık maaş ından daha pahalıya mal oldu. Bu arada manyok, Afrika'nın Atlantik kıyısındaki diğ er liman kentlerinin ç evresinde ölmeye baş ladı: Brazzaville, Cabinda, Lagos, Dakar.

İ nsanlar solmuş yaprakları aç tıklarında, büyüteç altında binlerce soluk düz böceğ e dönüş en beyaz bir benek buldular. Böcekleri Afrika'da daha önce hiç kimse görmemiş ti; aslında, hiç kimse bu özel türü daha önce dünyanın herhangi bir yerinde görmemiş ti. Manyok unlu böceğ i olarak bilinen bu böcekler, ev sahibi bitki türlerinin dar frekansına göre ayarlanmış birç ok bitki yiyen parazitten biridir.

Böcek, manyok yaprağ ını, onu yerine sabitleyen hortumuyla saplar. Özsuyu emer, aynı zamanda köklerin büyümesini bir ş ekilde durduran ve muhtemelen unlu böceğ in bitkinin yapraklarından daha fazla besin almasını sağ layan bir zehir enjekte eder. Manyok unlu böceklerinin hepsi diş idir ve tek bir diş i mikroskobik ömrü boyunca sekiz yüz yumurta bırakabilir. Büyüme mevsiminin sonunda, tek bir sürgün yirmi bin böcekle sarkabilir.

Yaprakların kıvrılması da unlu böceğin zehirinden kaynaklanır. Büzüşme, böceğin bitkiden bitkiye yayılmasına yardımcı olabilir. Sağlıklı bir manyok tarlası, rüzgara karşı kalın bir yaprak örtüsü oluşturarak rüzgarı bitkilerin yukarısına ve üzerine saptırır. Ancak manyok unlu böceklere ev sahipliği yaptığında, battaniye yırtık pırtık hale gelir ve rüzgarın sürgünler arasında dolaşmasına izin verir ve genç larvaları yeni bitkileri kolonize etmek için beraberinde taşır.
Bu sadece bir teori olsa da, tarladaki tek bir manyok bitkisi unlu böceğin eline düştüğünde, geri kalanının ölüme mahkum olduğuna hiç şüphe yok. Daha da kötüsü, manyok taşınabilir bir bitkidir; bir çiftçi bir çekim yapabilir ve onunla başka bir yerde yeni bir tarla başlatabilir.
Yapraklarda tek bir unlu böcek bile gizlenirse, yeni tarla ve çevresindeki eski tarlalar istila edilir.

Unlubitlerin limandan limana sıçraması muhtemelen bu şekilde gerçekleşti.
Hatta birisi bir unlu böceğini uçağa bindirmiş bile olabilir, çünkü 1985'te birkaç bin mil ötede Tanzanya'da ortaya çıktı ve burada tarladan tarlaya yayılmaya başladı.
Nereye giderse gitsin, çiftçilerin bir yıllık mahsulünü basitçe çalmadı. Tarlalarını yeniden dikmek için kesimlere ihtiyaç duyduklarından ve kesimlerinin hiçbirinde unlu bitler bulunmadığından, çiftçiler gelecek yıllarda mahsullerini kaybettiler.

1979'da İsviçreli bir bilim adamı, manyok unlu böceği ülkesinin derinliklerinde bir Nijerya üniversite kasabası olan İbadan'a geldi. O, ailesinin Montrödışındaki çiftliğinde büyümüş bir böcek bilimci olan Hans Herren'di. Herren, yirmi yıl sonra Nairobi'de onu ziyaret ettiğimde, "Ben büyürken, neredeyse tamamen organik tarımdan tam pestisit işine gidiyorduk," dedi. Saçları ağarmıştı ama hâlâ canlı bir teldi, bir saat boyunca hızlı bir şekilde ateş eden bir hikâye anlatabiliyordu. “Neredeyse hiç kimyasal kullanmamaktan herbisit ve böcek ilacı kullanmaya kadar geçen on yılı hatırlıyorum. Okuldan saatler sonra traktörü süren, patatesimize, tütünümüze, buğdayımıza ve diğer her şeye tüm bu kimyasalları işleyen bendim. Bu adamların çiftliğe gelip babama kimyasallar sattığını hatırlıyorum. Daha önce nasıl yaptığımızı gördüm ve sonra bu koşu bandına giderek daha fazla ve daha fazla girdik.

Herren, çok acı verici bir şekilde inmeden koşu bandından atlamanın bir yolunu bulmayı umarak üniversiteye gitti. Önce İsviçre'de, ardından onun rönesans anavatanında Berkeley'deki California Üniversitesi'nde biyolojik kontrol okudu. Uluslararası Tropikal Tarım Enstitüsü ona bir iş, daha doğrusu bir meydan okuma teklif etti: Manyok unlu böceği için bir parazit bulabilir mi? İşi almadan önce iki kez düşünmedi. "Nijerya'ya gitmek, Berkeley ve Zürih'te öğrendiklerimi çok geniş ölçekte uygulama şansıydı."

Herren, İbadan'a vardığında, oradaki bilim adamlarının çoğunun onun başarısız olacağından emin olduğunu keşfetti. Hızlı büyüme ve hastalığa karşı direnç için tasarlanmış yeni manyok hibritleri yaratan yetiştiricilerdi. Etli böcek felaketinin üstesinden gelebileceklerinden emindiler. “'Mealybug? Sorun değil: üreme, çözüm bu. Bu ekolojik ucube.'” Herren'in üremeye karşı hiçbir şeyi yoktu, ancak eldeki kriz için yeterli zaman yoktu. Herren, unlu böceğin bir şehirden diğerine fırladığını ve ardından "bir toz bulutu gibi" çevredeki çiftlik arazisinde hızla ilerlediğini söylüyor. Dirençli bir melez yetiştirmek on yıl alabilir ve on yıl içinde kurtarılacak manyok kalmamış olabilir.

Manyok unlu böceği için bir parazit bulmak için, Herren unlu böceklerin nereden geldiğini bulması gerekiyordu. Kinşasa çevresinde birdenbire ortaya çıkmışlardı. Afrika'da bilinen herhangi bir unlu böceği ile değil, Yucatan'da Atlantik boyunca pamukta yaşayan bir türle akrabaydılar. “Sonra 'Eh, bu Orta Amerika'dan - bu ilginç, çünkü manyok da aslen Amerika'dan' diye düşünmeye başladım. Portekizliler onu köle ticaretinde Afrika'ya geri getirdi. Yolculuk çok uzundu, geminin aşağısındaydı ve tuzlu su gemideki her şeyi öldürdü, bu yüzden hiç bir zaman böcek getirmediler. Yani bitkiler, birileri unlu böceği getirene kadar birkaç yüzyıl boyunca gerçekten gelişiyordu.” Herren, Yeni Dünya'da hiç kimsenin manyok unlu böceğini görmediğini, çünkü orada onu uzak tutan bir parazit olduğunu düşündü. "Kontrol altında olmasaydı zaten haberimiz olurdu."

Herren entomolojik ve tarımsal dergileri karıştırdı, evcilleştirilmiş manyok yiyen böcekler hakkında bir şeyler okudu. “Bir şey mantıklı gelmiyordu. Amerika'daki bilim adamları son elli yıldır manyok, üreme, her türlü şey üzerinde çalışıyorlardı ve kimse o unlu böceği görmemişti. Şimdi yabani manyok, birçoğu süs olarak kullanılıyor. En güzel bitkilerdir. Ben de düşündüm ki, belki biri güzel görünümlü bir bitki taşıyordur. Bu unlu böceği bunca yıldır manyok bitkilerinde kimse bulamadıysa, neden orada olsun ki? Sadece manyoklara değil, yabani akrabalarına da bakmam gerekecekti.”

Daha önce kimsenin görmediği bir böceği Latin Amerika'da aramak, manyoku dertlerinden kurtarmaya çalışmaktan daha uzun sürerdi. Ancak yabani manyok yelpazesi boyunca Herren, manyok genetik çeşitliliğinin birkaç sıcak noktasını fark etti. Ayrıca manyok yiyen böceklerin en çeşitli olduğu yerlerde de olabilirler. Ve bu böceklerden biri Afrika'yı yiyip bitiren olabilir.

Herren, Mart 1980'de Amerika'ya doğru yola çıktı. Birkaç müze bitki koleksiyonunu ziyaret ederek ve kurutulmuş manyok örneklerine bakarak başladı. Birinin aradığını çoktan bulmuş olması mümkün, diye düşündü. “Ama hiç bir şey bulamadım, ben de gidip gerçeğini arayalım dedim. Kaliforniya'ya gittim ve kendime büyük bir minibüs aldım. Arkada bir laboratuvar, bir yatak, her şey kurdum ve vahşi manyok ve ekili manyok aramak için Orta Amerika'dan Panama'ya kadar araba sürmeye başladım.

Herren Orta Amerika'da dolaşırken, oradaki bir entomolog ağı da böcekleri arıyordu. Aramada pek çok yeni unlu böceği ortaya çıktı, ancak bunların hiç birinin Afrika'da çiçek açan türler olmadığı ortaya çıktı. “Tamam, hadi Orta Amerika'dan uzaklaşalım. Güney Amerika'ya gidelim. Minibüsümü Panama havaalanına park ettim ve bir arkadaşımı ziyaret etmek için Kolombiya'ya uçtum. Venezuela'ya doğru yola çıktık ve çeşitliliğin merkezlerinden biri olan Venezuela'nın kuzeyine baktık. Haftalarca sürdük. Pek çok manyok unlu böceği bulduk ama asla doğru olanı bulamadık. Ben de ona fotoğraflar verdim, aradığım şeyin güzel fotoğraflarını, üzerinde unlu böcek varken bitkinin nasıl göründüğünü ve Afrika'ya geri döndüm.”

Arkadaşı Tony Bilotti, Herren'in İbadan'a dönmesinden kısa bir süre sonra Paraguay'a gitti. Barış Gönüllülerinde görev yapan bazı Amerikalıları ziyaret ediyordu ve şu anda Latin Amerika'da, Herren'in ziyaret etmeye vakti olmadığı tek manyok sıcak noktasında olduğunu biliyordu. Bir gün bir manyok tarlasının yanından geçerken, biraz komik görünen birkaç bitki fark etti. Durdu ve yaprakları kopardı. İçlerinde Herren'inkini gördü.

et böceği

Herren haber aldığında, Bilotti'ye böcekleri, entomologların onları tam olarak tanımlayabilecekleri British Museum'a göndermesini sağladı. Böcekler ölmüş olmasına rağmen, entomologlar onları Afrika'daki türler olarak kabul ettiler. Ve onları incelerken vücutlarının içinde Herren'in arayışının gerçek amacını keşfettiler: asalak yaban arıları.
Artık Herren, Paraguay'ın bir köşesinde manyok unlu böceğini küçük bir zararlı olarak tutan parazite ve Afrika için ihtiyaç duyduğu parazite sahipti. Paraguay'daki entomologlara, karantina altında yetiştirilebilecekleri ve parazitlerin konakçılarından çıkarken yakalanabilecekleri canlı unlu böcekleri İngiltere'ye göndermelerini sağladı. Afrika'dan unlu böceği ve manyok bitkilerini bilim adamlarının yaban arısının yumurtalarını içlerine bırakmasını sağlayabildikleri aynı karantinaya gönderdi. Daha da önemlisi, deneyler eşek arılarının yalnızca manyok unlu böceklere yumurta bırakabildiklerini gösterdi . Yaban arısı yumurtalarını boğucu kapsüllerde boğabilen diğer unlu böceklerin bağışıklık sistemlerine kendilerini ayarlamamışlardı. Herren, eşekarısı Afrika'ya getirmenin güvenli olacağına karar verdi. Üç ay sonra, Herren ilk eşekarısı sevkiyatını aldı.

Onlar için hazırdı. O ve İbadan'daki öğrencileri, unlu böceklerle enfekte olmuş manyok yetiştirebilecekleri ve üzerlerinde gelişen eşek arılarını yakalayabilecekleri seralar inşa ediyorlardı ve eşek arılarını nasıl çiftleştireceklerini bulmuşlardı. Birkaç yüz yumurtlayan dişiyi topladıktan sonra, Kasım 1981'de İbadan yerleşkesi çevresindeki tarlalara ilk çıkışlarını yaptılar. “Üç ay içinde unlubit popülasyonu düştü. Sonra iyi giden bir şeyimiz olduğunu anladık. Bu konuda hiç bir şey bilmemekten sahada işe yarayan bir şeye sahip olmamıza kadar ancak bir buçuk yıl geçmişti.”

Biyolojik kontrol, rönesansında bile mütevazı bir girişim olarak kaldı.
Entomologlar laboratuvarlarında yaban arıları yetiştirir ve onları meyve bahçelerine veya mısır tarlalarına giderken yanlarında götürecekleri küçük kaplara yüklerlerdi. Ancak Herren'in büyük bir hayali vardı: yaban arısını Afrika'ya yaymak. “Biyolojik kontrolde sevmediğim şey, ucuz bir şekilde, ikinci el bir beher kullanarak, bazı küçük kafeslerde eşekarısı yetiştirerek, mümkün olan en iyi şekilde yapılmayan bir operasyon olarak yapılmasıydı. Biyolojik kontrolün kimyasallara yenilmesinin nedeni budur.”

Rüyanın pahalıya patlayacağını biliyordu: Aslında 30 milyon dolar. “O zaman bana megalomanyak denildi. Dedim ki, 'Bakın, Amerika'daki siz çocuklar California'da bir meyve sineği salgını olduğunda, ki bu buradakilerin hepsine kıyasla sadece bir toplu iğne büyüklüğünde, bir yılda 150 milyon dolar harcıyorsunuz. Risk altında olan 200 milyon insandan bahsediyoruz, portakal yapan birkaç işletmeden değil. ABD'nin yüzölçümünün bir buçuk katı ile uğraşıyoruz. Bunu kafeslerde, eşek sırtında ve bisikletlerde yapmayacağız. Bunu teknoloji, makine, elektronik, uçak ile yapacağız.'”

Belki de insanları şüphelendiren uçak kelimesiydi . Herren, yaban arısını bir uçaktan tarladan ekerek Afrika'ya yayabileceğini iddia etti. Yaban arıları karbondioksitle uyutuldu ve ardından Avusturya'daki bir kamera fabrikasında Herren için özel olarak yapılmış bir dergiye yüklenen, her biri iki yüz elli adet olan köpük kauçuk silindirlere yerleştirildi. Pilot bir tarlanın üzerinden geçerken Herren, eşek arılarını tam olarak düşürmesini amaçladı. “Savaşçı gibiydi

uç aklar Artı iş aretine bakarak bombayı ne zaman atacağ ınızı bilirsiniz. Bunu İ badan'da bir yüzme havuzunda denedik. Uç ar ve eş ek arılarını bırakırdık. Saatte yüz seksen mil hızla onları oraya sokmayı baş ardık.”

Bu arada, Herren'in İ badan ç evresindeki tarlalara saldığ ı eş ek arıları geliş iyordu. Serbest bırakılmalarından iki yıl sonra, ne kadar yayıldıklarını görmeye karar verdi. "Yaya gittik. 'Önemli değ il, sadece yürüyeceğ iz' diye düş ündük. Bütün gün yürüdük ve onları bulmaya devam ettik. Burada bir terslik var diye düş ündük. Hiç kimse bu tür bir yaban arısının birkaç kilometreden fazla yayıldığ ını görmemiş ti. Ve ertesi gün geri geldik ve arabaya bindik ve gittik. Sonunda baş ka yaban arısı bulamadan yüz elli kilometre yol gittik."

1985'te, bu erken baş arılar sayesinde, Herren 3 milyon dolarlık baş langıç parası topladı ve pilotları kırsal bölgeyi eş ekarısı ile bombalamaya baş ladı. Parazitler uç ağ ından düş erek Nijerya'da, Kenya'da, Mozambik'te, Atlantik Okyanusu'ndan Hint Okyanusu'na kadar ülkelerdeki tarlalara indi. Ekibi her ay 150.000 yaban arısı yetiş tiriyordu ve eş ek arılarının birç oğ u İ badan'dan salıverme bölgelerine yapılan uzun yolculuklar sırasında ölmüş olsa da, uç uş ta ve düş üş te hayatta kalmak ve ev sahibi aramaya baş lamak iç in gerç ekten tek bir canlı diş i yaban arısına ihtiyacı vardı. Asalak yaban arıları arasında bile, Paraguaylı türün konukç u avlama becerisi olağ anüstüydü. Herren, neredeyse babacan bir gururla, "Yaban arısı harika bir arama yeteneğ i geliş tirdi," diyor. “Yüz metreye yüz metrelik bir tarlada üzerinde unlu böceğ i olan bir bitki varsa, yaban arısı onu bulacaktır. Bunu test ettik. Temiz tarlalarımız vardı. Bir bitkiye unlu böceğ i koyduk ve tarlanın bir köş esinden yaban arılarını saldık. Bir gün iç inde fabrikadaydılar. Sonra baş ka bir ş ey denedik. Unlu böcekleri bitkiye koyduk ve sonra onları ç ıkardık. Sonra eş ek arılarını serbest bıraktık ve aynı bitkiye kondular. Bitkinin saldığ ı ve eş ek arılarını ç eken bir ş ey var, bir yardım ç ığ lığ ı.”

Herren, yaban arılarının tanıtıldığ ı ülkelerden bin iki yüz kiş iyi onu tanımaları iç in eğ itti. Damlalardan birkaç ay sonra, yaban arısının ne kadar hızlı yayıldığ ını ve unlu böceklerin nasıl ilerlediğ ini görmek iç in tarlaları taramaya baş ladılar.
“Her yerde sorun, yayınlandıktan on iki ay sonra ortadan kalktı. Bu kadar hızlı ç alış tığ ına kendimiz bile inanamadık.”

Wasp Duster'ın son uç uş u 1991'deydi, ancak sonraki birkaç yıl boyunca entomologlar etkilerini izlemeye devam ettiler. Yaban arısının salındığ ı tarlaların yaklaş ık yüzde 95'inde unlu bit neredeyse yok olmuş tu. Ev sahiplerini kaybettikleri iç in, eş ek arıları da sadece birkaç hayatta kalana kadar azaldı. Tarım arazisinin geri kalan yüzde 5'inde unlu böcekler hâlâ geliş iyordu, ancak Herren bunun nedenini gösterebildi: ç iftç iler tarlalarına iyi bakmıyorlardı. Bitkileri cılızdı ve onlarla beslenen unlu böcekler de cılız olma eğ ilimindeydi. Herren'in kullandığ ı yaban arısı türü, ev sahibinin büyüklüğ ünü dikkatli bir ş ekilde değ erlendiriyor ve bir unlu böceğ in ne kadar büyük olduğ unu anlamak iç in antenlerini bir cetvel gibi kullanabiliyor. Ancak o zaman yavrularını hangi cinsiyetten yapacaklarına karar verirler. (Diş i yaban arısı ç iftleş tiğ inde, erkeğ in spermini daha sonra yumurtalarını döllemek iç in kullanabileceğ i bir bezde depolar. Yaban arısı genetiğ i sayesinde, döllenmemiş yumurta erkek, döllenmiş yumurta ise büyüyecektir. diş i.)

Yaban arıları, küç ük unlu böceklerde sadece erkekleri yumurtlamayı seç er. Onların mantığ ı ş unda yatıyor:

erkeklerin ucuzluğu Bir yumurtanın başarıyla olgunlaşarak bir yetişkine dönüşme şansı, küçük bir unlu böceğinde daha kötüdür çünkü parazitin yiyeceği daha az yiyecek vardır. Yaban arıları erkekleri küçük konukçulara yerleştirdiğinden, yalnızca birkaçı yetişkinliğe kadar hayatta kalabilir. Ama bunun bir önemi yok çünkü çok sayıda dişiyi döllemek için yalnızca birkaç erkek yeterlidir.

Yaban arısının stratejisi sayesinde, kötü yetiştirilmiş bir manyok tarlası erkek eşek arılarıyla dolacak. Erkekler yumurtlamadıkları için, popülasyonlarını hızlı bir şekilde yeniden oluşturma şansı olan unlu böcekler için bir tehdit oluşturmazlar. "Çiftçilere 'Bakın, biyokontrol ancak diğer her şey iyi durumda olduğunda işe yarayabilir' dedik. Tarlanızı ot temizlemezseniz, hiç bir şey işe yaramaz.'"

Herren bana Nairobi'de pırıl pırıl bir gün manyok unlu böceğinin hikayesini anlattı. 1991'de, başkentin varoşlarında, önünde bok böceği heykelleri olan devasa bir kompleks olan Uluslararası Böcek Fizyolojisi ve Ekolojisi Merkezi'nin genel müdürü olmak için oraya taşınmıştı. İş, 200 milyon insanın temel mahsulünü kurtardığı için aldığı birçok ödülden biri. Merkez, bal ve ipek üreterek ve haşereleri yok ederek insan hayatını daha iyi hale getirmek için böcekleri kullanmanın yollarını bulmaya çalışan böcek bilimcilerle dolu. Bir kök kurdu, Doğu Afrika'nın mısırlarını kemiriyordu, ancak Herren'in bilim adamları Hindistan'dan onu parazitleyen bir yaban arısı buldular.

Ziyaret ettiğimde, vahşi doğada hayatta kalıp kalamayacağını görmek için onu Kenya'ya çoktan salmışlardı. Öyleydi ve şimdi ne kadar yayıldığı hakkında hiç bir fikirleri yoktu. Ve bu tür bir cehalet onlar için sorun değildi.

…

Lafferty ve Kuris, Herren'in manyok unlu böceği için yaptığını yeşil yengeç için yapmak istediler. Avrupa'da pek çok yeşil yengecin Sacculina gibi parazitler tarafından rahatsız edildiğini biliyorlardı, ancak San Francisco Körfezi'nden inceledikleri yengeçlerde parazit yoktu. Yeni evinde diğer yengeçlerle rekabette geride kalmasının sebeplerinden biri bu olabilir. Böylece Lafferty ve Kuris, Sacculina'yı Kaliforniya'ya da getirmeyi düşünmeye başladılar . Sacculina ile enfekte olmuş yeşil yengeçler Pasifik sularına bırakılabilir. Sacculina larvalarını suya püskürterek minyatür parazit mahsul tozlayıcıları gibi davranırlardı . Larvalar, enfekte olmamış yengeçleri arar, onların içine girer ve dallarını yayardı. Sacculina'yı Kaliforniya'ya getirmek, asalak yaban arılarının manyok unlu böceği üzerindeki etkisi ile aynı etkiyi yaratmaz, çünkü iki parazitin biyolojisi çok farklıdır. Yaban arısı, konakçılarının iç organlarını yiyerek ve ardından vücutlarını çiğneyerek öldürür. Sacculina yeşil yengeç konukçularını öldürmez, ancak onları hadım eder ve sonra onları enfekte olmayan yengeçlerle yemek için rekabet etmeye zorlar.

Lafferty, Sacculina'nın Pasifik'e gelmesi durumunda yengeçlerin azalmasına neden olacağını, ancak manyok unlu böceklerden daha yavaş olacağını öne süren matematiksel modeller geliştirdi . Sayılarını azaltan ölü yengeçler değil, kayıp yengeç yumurtaları olurdu.
Böylece Sacculina ve yeşil yengeç sonunda birbirleriyle dengeye ulaştıklarında, yengeçler azalacak ama yok olmayacaktı.

Ancak Lafferty ve Kuris'e göre başka seçenek yokmuş gibi görünüyordu. Kuris, "Diğer tüm alternatifler ekolojik olarak çok daha kötü" diyor. "Teknelerdeki midye önleyici boya, haliçlerimizi büyük ölçüde kirletiyor. Oregon'da tarla temizleme makinesinde biri var

lanet olası istiridye üretimini korumak iç in hayalet karideslere karş ı ç amur düzlükleri püskürtmek . Dungeness yengeç lerini öldürüyor.”

Birkaç yıl boyunca Lafferty ve Kuris, Sacculina'yı incelemek iç in herhangi bir fon sağ layamadı , ancak 1998'de yeş il yengeç Washington Eyaleti kıyılarına ulaş tı. Büyük Dungeness yengeç balıkç ılığ ı ile Puget Sound'a taş ınmaya hazırlanıyordu. Sonunda Kuris ve Lafferty ihtiyaç duydukları parayı aldılar. Danimarka'da Jens Høeg adlı bir bilim adamı olan Sacculina ve ilgili parazit midyeler konusunda dünyanın uzmanıyla temasa geç tiler . Høeg onlara buzla doldurulmuş enfekte yeş il yengeç lerle dolu soğ utucular gönderdi.

Kuris'in yüksek lisans öğ rencisi Mark Torchin, yengeç leri karantinaya alınmış bir odaya yerleş tirdi. Ancak odayı öylece kapatamazdı, ç ünkü yengeç ler ve parazitlerin hayatta kalabilmeleri iç in deniz suyu sirkülasyonuna ihtiyaç ları vardı. Torchin, okyanustan deniz suyunu pompalayan borular inş a etti; su bir grup tanka döküldü ve görünmez parazit larvalarını taş ıyabilecek taş ma, yakındaki bir lagüne giden bir ç ıkış borusuna dökülmeden önce bir dizi filtre ve ç akıl teknesinden geç ti.

Torchin aylarca Sacculina ve onun tuhaf yaş am döngüsüyle yavaş yavaş tanış tı. Bir yengecin karnındaki keseden yeni bir grup parazit larva salmaya hazırlandığ ını nasıl anlayacağ ını buldu (kese karamela renginden donuk bir karamele dönüş ecekti). Larvaları toplamak iç in yengeç leri küç ük plastik kaplara koyar ve ardından Sacculina yüklü suyun bir kısmını sifonlardı . Onu sağ lıklı bir yeş il yengecin olduğ u baş ka bir bardağ a döker ve diş i Sacculina'nın yeni konağ ına geç mesini beklerdi.

Her gün bir yengeci penç esinden yakalar ve parmaklarıyla ç imdiklerdi. Yengeç kaç mak iç in kendi dalını iç eriden keser ve tekrar suya düş er. Torchin, uzvu mikroskobuna götürür ve yengecin penç esinin tüylerini yakalayıp onları tutan yumuş ak ç ukurlara giren larvaları arardı. Diş i bir Sacculina bir yengeci enfekte etmeyi baş ardığ ında, bunun yengecin karnında bir topuz haline gelmesine izin verir ve sonra iç ine erkek sokmaya ç alış ırdı.

Birkaç ay sonra Torchin, Sacculina'yı larvadan yetiş kine taş ımayı baş ardı . Daha sonra, 1999'un baş ında, öğ rendiklerini yerel Kaliforniya yengeç lerine uyguladı. Ortak kıyı yengeci Hemigrapsus oregonensis'i seç ti ve onu Sacculina'ya maruz bıraktı. Bu, muhtemelen bu iki türün tarihinde ilk karş ılaş malarıydı - Kaliforniya'dan bir yengeç ve Avrupa'dan bir asalak kaya midyesi. Torchin ne olacağ ını görmek iç in bekledi.

Bir diş i Sacculina'nın kıyı yengecinin iç ine girmekte hiç zorlanmadığ ını keş fetti. Dallarını yeni ev sahibinin vücudundan bile gönderebilir. Ama sonra bir ş eyler ters gitti. Bir Avrupa yeş il yengecinde, parazit dallarını dikkatlice sinirlerin etrafına dolayabilir, sadece onlara zarar vermemekle kalmaz, aynı zamanda ev sahibine zihin değ iş tiren sinyaller de iletir. Ancak kıyı yengecinde, Sacculina'nın dalları ev sahibinin sinirlerini yok ediyor gibiydi. Torchin bazı sabahlar gelir ve sırtlarında hala nefes alan ama tamamen felç li kıyı yengeç leri bulurdu. Birkaç gün iç inde enfekte kıyı yengeç leri öldü ve Sacculina onlarla birlikte öldü.

Biyologlar parazitlerle ilgili soruna sert bir ş ekilde karş ı ç ıktılar: esneklikleri. Parazitler, evrimsel kolları sayesinde tek bir konakta uzmanlaş abilirler.

ırk. Ancak bu, her zaman bir parazitin başka bir türü enfekte etmek için aynı hileleri kullanamayacağı anlamına gelmez. Benzer bir fizyolojiye ve benzer bir yaşam tarzına sahip yeni bir konakçıyla karşılaşırsa, onun içinde bir varlık sürdürebilir. Parazitin ekolojisi nedeniyle bu yeni konağı deneme şansı asla olmayabilir: Amazon'da bir vatozda bir tenya türü yaşıyorsa, muhtemelen Yeni Gine'de vatozları deneme şansı olmayacaktır. Ancak bazen, örneğin kıtalar birbirine çarptığında ve birindeki hayvanlar diğerini kolonileştirdiğinde parazitler bir şans yakalar. Aslına bakılırsa, parazitlerin pek çok ev sahibini ele geçiren kitlesel yok oluşlar yoluyla hayatta kalmalarının yolu da bu gibi görünüyor. Sadece bir ana bilgisayardan yenisine atlarlar.

Ve bu nedenle, dikkatsizce yeni habitatlara getirilen parazitler, iyi çalıştıklarında onları çok etkileyici kılan tüm nedenlerle, felaketlere neden olabilir. Ev sahiplerine karşı kullanabilecekleri sofistike bir dizi taktikleri var ve yeni ev sahipleri ve yeni savunmalar almak için evrim yoluyla onlara ince ayar yapabilirler. Ve yeni bir habitata girdiklerinde, onları geri çıkarmanın bir yolu yok. Bu tek yönlü bir deneydir.

Manyok unlu böceğinin durdurulması büyük bir başarı öyküsü olabilir, ancak olağanüstü başarısızlık öyküleri de vardır. Hawaii ormanları birini temsil eder. Böcek zararlılarını yok etmek için oraya getirilen yabancı parazitlerle dolular. Örneğin asalak sinekler, bir koku böceği türünü kontrol altına almak için getirildi. Ancak sinek, büyük, gösterişli yerli bir böcek olan koa böceğinin içinde de yaşayabilir ve şimdi koa böceği neredeyse yok olmuştur. Ekinlere saldıran güveleri kontrol etmek için parazit yaban arıları getirildi ve ayrıca birçok yerli türe yayıldılar. Parazitler gelmeden önce, Hawaii güveleri her yıl büyük patlamalar yaşıyordu; zirvede, ağaçlardan düşen dışkıları dolu gibi geliyordu. Kuşlar tırtıllarıyla ziyafet çeker ve onları yavrularına yedirirdi.

Ancak parazitlerin ortaya çıkmasından bu yana, birçok yerli güve yalnızca her on veya iki yılda bir dışarı çıkmayı başardı. Hawaii'nin orman kuşları azalıyor ve biyologlar, kuşları besleyemedikleri için güvelerin ölümünün kısmen sorumlu olabileceğinden şüpheleniyorlar. Ağaçları tozlaştıracak ve tohumlarını dağıtacak kuşlar olmadığında, ormanların kendisi de acı çekiyor olabilir.

Hawaii'nin içinde bulunduğu kötü durum, biyolojik kontrolün başarısızlığının en iyi belgelenmiş halidir çünkü burası bir dizi küçük, biyolojik olarak farklı adadır. Ancak eleştirmenler, anlatılmayı bekleyen başka birçok hikaye olduğundan şüpheleniyor. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde, bu yüzyılda çingene güvelerini öldürmek için otuzdan fazla farklı parazit tanıtıldı. Hiç biri iyi çalışmadı ve bazıları zarif dev ipek güvelerini yok ederek onları yok olmakla tehdit ediyor.

Bu felaketler, Lafferty ve Kuris gibi biyologları parazitleri kullanma konusunda çok daha dikkatli hale getirdi. Sacculina için bu kadar uzun ve sıkıcı bir test yapmalarının nedeni buydu . Kıyı yengeçleri ölmeye başladıktan sonra testlerini Dungeness yengeçleri üzerinde tekrarladılar. Aynı sonuçları aldılar: felç ve ardından ölüm. Kuris, "Dungeness yengecinin yok edilmesinden ben sorumlu olsaydım," dedi, "adım çamur olurdu. Katil arıları tanıtan adam gibi olurdum. Zavallı adam, kırk yıl boyunca toplum içinde kendini kırbaçlayarak yaşadı. Yerli kıyı yengeçlerini umursuyor muyum?

Elbette yaparım. Bu konuda değerler konusunda kimseye boyun eğmem."

Lafferty, 1999 sonbaharında meslektaşlarına kötü haberi verdi. O zamana kadar yeşil yengeç, Britanya Kolumbiyası'na kadar kuzeyde, yuvasından bin milden fazla uzakta görüldü.

San Francisco'daki iniş noktası. Lafferty bana da e-posta gönderdi ve hemen onu aradım. Ona hayal kırıklığına uğrayıp uğramadığını sordum. "Pekala, bir bilim insanı olarak asla hayal kırıklığına uğramaman gerekiyor," dedi. "Gerçek var ve gerçeğin ne olduğu üzerinde herhangi bir kontrolünüz yok."

Ancak yeşil yengecin yayılmasını izlemek sinir bozucuydu. "İç sesime göre, bu şeyleri Batı Kıyısında serbest bırakırsanız, yerel yengeçleri pek etkilemezler. Tek bulduğumuz, potansiyele sahip olduklarıydı. Sacculina larvalarını bir Dungeness yengeciyle birlikte bir bardağa koymak, onları okyanusa bırakmakla aynı şey değildir. "Ev sahibi yengeci nerede bulacağı gibi, bu soruları sorması gerekiyor."

Sacculina ve akrabaları, güneş ışığı ve ev sahipleri tarafından yayılan kimyasallar gibi ipuçlarını kullanarak kendilerini yeşil bir yengeçle karşılaşabilecekleri yere konumlandırıyorlar. Bu ipuçları, başka türlere çarpmalarına izin vermeyebilir. Lafferty bana bu fikri destekleyen başka bir deneyden bahsetti. Sacculina ile akraba olan ve Pasifik koyun yengecinde yaşayan başka bir asalak midye türü ele geçirdi . Daha sonra, koyun yengeciyle aynı bölgede yaşayan, ancak kendilerine ait bir asalak midye taşıdıkları hiç bir zaman bulunmayan California kıyı yengeçlerini topladı. Kıyı yengecini parazite maruz bıraktığında, onu enfekte etmekte hiç sorun yaşamadı. Bir şey, parazitin vahşi doğada yengeçlere bulaşmasını engelliyor olmalı.

Ancak tarihte ilk kez okyanustaki parazitleri biyolojik kontrol olarak kullanmaya çalışıyorsanız, kendinizden tamamen emin olmak istersiniz. Lafferty'ye yeşil yengeçleri durdurmak için başka fikirleri olup olmadığını sordum. “Arkamıza yaslanıp katliamı izlememiz gerektiğini düşünmüyorum” dedi. Bana yeşil yengeçlerin başka bir paraziti olan Portunion conmis'ten bahsetmeye başladı . Bu bir isopod, hap böceklerinin bir akrabası ve bağımsız olarak yeşil yengeçlerde Sacculina benzeri bir varoluş geliştirdi . Bir yengeci mikroskobik bir larva olarak istila eder ve ardından ev sahibinin gonadlarını yok ederek onların yerini alır.
Sonunda, yengecin vücudunun adil bir bölümünü doldurur ve ağırlığının beşte birini oluşturur. Yengecin gonadlarını yok ederek ev sahibini hadım eder ve Sacculina gibi erkek yengeçleri dişileştirir. Hiç kimse Portunion'u laboratuvarda kültürlemedi ama Lafferty denemek istiyor. Ve sonra bu parazitler üzerinde Sacculina'nın başarısız olduğu testlerin aynısını yapmak istiyor .

Lafferty, "Kesinlikle güzel parazitler," dedi. Bana bir ucunda ağzı olan, içinde altın yumurta koleksiyonu taşıyan büyük, opak bir kese hayal ettirdi.
"Onları tarif etmek zor. Tanrım, hayal edebileceğin hiç bir şeye benzemiyorlar. Parazitlerle çalışmak bazen sinir bozucu olabilir, ancak bir parazitolog için güzelliklerinde her zaman bir teselli vardır.

…

Herren ve Lafferty, insanların vahşi doğayı yeni bir tür yama işine dönüştürdüğü, yabancı türlerin birkaç hafta içinde binlerce mil ilerleyebildiği, en uygun türlerin olduğu manyok tarlaları ve istiridye kıyılarında, doğanın perişan kıyılarında çalışıyor. genellikle sürekli kaos içinde gelişebilen kişi. Parazitler, evrimsel güçlerine saygı gösterirsek, bu gibi yerlere indirdiğimiz darbeyi yumuşatabilirler. Ama aynı zamanda dünyanın nispeten dokunulmamış kalan kısımlarını ve parazitlerin onları sağlam tutmaya yardımcı olup olmayacağını da merak ettim.

Daniel Brooks'la Kosta Rika ormanında kurbağa avlamaya böyle başladım. Pasifik kıyılarından volkanların tepelerine kadar uzanan 220.000 dönümlük kuru orman, yağmur ormanları ve bulut ormanlarından oluşan Area de Conservación Guanacaste'de dolaşıyorduk. Yirmi yıl önce, çiftçilik giderek daha az karlı hale gelmesine rağmen, çiftçiler sığırları için tarlaları açmak için ağaçları keserken Guanacaste ormanları yok oluyordu. Bölgede çalışan bir biyolog, Daniel Janzen adında kır saçlı bir adam, zamanın avantajını kullanmaya karar verdi. Çiftlikleri satın almaya başlayan bir vakıf kurdu ve işsiz kovboyları "parataksonomistler" olarak hizmet etmeleri için tuttu - türleri toplayarak, inceleyerek ve tanımlayarak Guanacaste'nin çeşitliliğini belgeleme işini yapıyor. Böylece orman sadece kurtarılmadı, genişletildi ve ormanın korunmasında ormanın çevresinde yaşayan insanların çıkarı var. Guanacaste'nin etrafında çit yok.

1990'ların sonunda, Guanacaste'yi ziyaret ettiğimde, Janzen rezerv binasını büyük ölçüde bitirmişti. Zamanının çoğunu gerçek aşkı Kosta Rika'nın kelebeklerine harcıyordu. Yedek karargahtaki küçük evine girdiğinizde, oluklu teneke çatı altında üç oda, kirişlerden sarkan düzinelerce plastik torbanın altına eğilmeniz gerekiyor, her birinde bir yaprakla beslenen bir tırtıl var. Janzen bana, "Amacım, buradaki çamura gömülmeden önce bütün tırtılları bulmak," dedi. Guanacaste sadece makul miktarda bozulmamış orman içermekle kalmıyor, daha da önemlisi, gelecekte ormanları büyüyecek ve kendi kendini idame ettiren bir ekosisteme dönüşecek. "Bin yıl sonra geri gel ve o hala orada olacak" dedi.

Bir gece Brooks ve ben Janzen'in evine girdik. O gün bir sürü diseksiyon yaptık ve bir sürü parazite baktık ve bir şeyler içmek için yarım saat uzaklıktaki bir bara gitmeye karar verdik. Yol boyunca, Brooks'un dörte dört farları yoldaki tüylü bir cismi aydınlattı. Durduk ve geri çekildik. Yeni öldürülmüş ölü bir tilkiydi, kuyruğu hâlâ narin bir gri buluttu. Kamyonun arkasına girdi ve Guanacaste'ye geri döndük. Janzen'in evine vardığımızda Brooks tilkiyi çıkardı ve ön kapıya taşıdı. Janzen'in ön odasının beton zeminine koydu.

Hayvan sağlam görünüyordu ama o kadar sert vurulmuştu ki gözleri kubbe gibi dışarı fırlamıştı. Janzen, "Peki, burada nemiz var?"

Janzen'in karısı Winnie, neler olup bittiğini görmek için arka odadan çıktı. Omzunda evcil kirpi Espinita vardı ve tüy kalemlerini korkuyla kaldırdı. Winnie Brooks'a, "Kedilerinden çok şey öğreniyorsun," dedi, "insanların kapılarına hediyeler getiriyorsun."

Birinin zeminine kanlı bir tilki atmak için güçlü bir dostluk gerekir ve Janzen ve Brooks, 1994'ten beri tam olarak bu tür bir arkadaşlığı paylaşıyorlar. rezervdeki her türü saymak için yardım için. Hiç kimse bu kadar büyük ölçekte bir şey yapmamıştı - Janzen, Guanacaste'de 235.000 tür olduğunu tahmin ediyor. Ancak, bilim adamlarının türleri seçip inceleyecekleri ve tropik ormanlarda biyoçeşitliliğin nasıl yaratıldığını ve sürdürüldüğünü keşfetmelerine yardımcı olacak bir tür sarı sayfa olarak kullanabilecekleri tam bir tür envanterine sahip olmayı hayal etti. Brooks projeyi duyar duymaz dahil olmak istedi.

Brooks, 1970'lerin ortalarından beri bir parazitologdur. Nasıl olduğunu anlayan oydu

parazitlerin ilişkilerini kullanarak ev sahiplerinin milyonlarca yıl önceki gezintilerini yeniden inşa etmek. Kansas'ta kurbağalarla çalışmaya başladı ama kariyerinin çoğunu Latin Amerika'da vatozların, timsahların ve diğer hayvanların parazitlerini inceleyerek geçirdi. Bu yavaş bir iştir ve genellikle bir parazitolog parazit çeşitliliğinin yalnızca bir parçasını keşfetmeyi umabilir. İşte bu yüzden Brooks, Janzen'in fikrine atladı. Brooks, "Burada neler olduğunu duyar duymaz tüm vatoz eşyalarımı doktorama teslim ettim" diyor. öğrenciler. İşimin odak noktasını yapmak istediğim yerin burası olduğunu fark ettim." Bir kez olsun, parazitologlar tek bir yerde tüm parazitleri bilebilir.
Guanacaste, Brooks'un dediği gibi, "bilinen bir parazit evren" haline gelecekti.

İlk karşılaştıklarında Janzen, Brooks'a biraz şaşırmıştı ve Brooks tilkiyi yere yatırdığında yüzündeki o şaşkınlığın bir kısmını görebiliyordum. Bir insan bir cesetten nasıl bu kadar heyecanlanabilir? Ancak Brooks, asalak ışığı görmeye başlayana kadar Janzen'i müjdeledi. "Bu adam ortaya çıktı ve fareyle ilgili görüşüm sonsuza dek değişti"
Janzen söyledi. "Şimdi onu bir tenya ve nematod torbası olarak görüyorum. Bu mutlu fareye sahipsin ve onu açıyorsun ve o farelerle dolu.

Bulduğumuzu gösterdikten sonra, Brooks ve ben tilkiyi kulübesine götürdük. Brooks floresan ışığı açtı ve kümes telinin içinden güveler üşüştü. Tilkiyi bir ocelot ve bir tapirle birlikte dondurucuya koydu - eninde sonunda açılacağına dair diğer şanslı buluntular.

İçeceğimizi aldık -bir kutuda Cuba Libre- ve işimiz bittiğinde, saat on bir civarında, rezerve geri döndük. Brooks barakaya yanaştı ve ışığı tekrar yaktı.
Parazitleri görmenin en iyi yolu taze bir vücut açmaktır. Bir ceset çürürken, parazitler yönlerini kaybederler ve doğal yuvalarından uzaklaşırlar. Kısa süre sonra vücutları parçalanarak kendileri ölmeye başlarlar. Böylece Brooks tilkiyi dondurucudan çıkardı ve bir makas çıkardı.

Tilkinin iç ekolojisinin oldukça basit olduğu ortaya çıktı: Bağırsaklarından kan akıtan kancalı kurtlarla doluydu. Brooks, tilkinin bağırsağını mikroskop altında ayırarak, "Bu adamda çığlık atan bir kancalı kurt enfeksiyonu vardı," dedi. İncelemeyle ilgili beni en çok etkileyen şey Brooks'un kendisiydi. Tilkiyi kesip açarken ondan özür dilemeye devam etti - "Üzgünüm, üzgünüm" - onun aptalca ölümüne küfretmeye devam etti, çarpışmanın ciğerlerini nasıl parçaladığından şikayet etmeye devam etti. Guanacaste'de çalışan diğer bilim adamları, Brooks'a bir tür vampir, ormanın güzel hayvanlarıyla ancak onları kesip açması koşuluyla ilgilenen bir bilim adamı olarak baktılar. Ama ölü bir hayvan için bu kadar derinden yas tutan birini hiç görmemiştim.

Janzen'in tam bir envanter hayali, 1996'da Kosta Rika hükümetiyle yapılan müzakereler sırasında suya düştü. Janzen, proje için ayrılan paranın tür sayımı ana görevinden başka yere yönlendirilmesinden hoşlanmadı, bu yüzden projeden vazgeçmesi gerektiğine karar verdi. Bana "Atı kafasından vurduk" şeklinde ifade etti. Ancak Brooks, Kanada hükümetinden parazitlerle devam etmesi için yeterli parayı almayı başardı. Rezervdeki dokuz yüz kırk omurgalının, çoğu bilim için yeni olacak on bir bin parazit türünü (yalnızca asalak hayvanlar ve protozoa dahil) barındırdığını tahmin ediyor. Brooks, "Bu envanteri çıkarmak kariyerimin geri kalanını alacak," dedi. Kendisine neden bu kadar acı çekmeyi planladığını merak ettim.

Ertesi gün boyunca soruyu kendisine birkaç kez sordum ve her seferinde yeni bir yanıt aldım. Biyoçeşitlilik, Guanacaste gibi tropikal bir ormanda şaşırtıcı bir şeydir, ancak çoğunu bir neşter yardımı olmadan göremezsiniz. Brooks, "Şüphesiz serbest yaşayan organizmalardan daha fazla parazit türü var" diyor. "Bir geyik türünü koruduğunuzda, dört krallıktan yirmi asalak türünü koruyorsunuz."

Bu yeterli değilse, projeyi aydınlanmış bencillikten haklı çıkarabilirsin. Çoğu ilaç, ister bir mantardan elde edilen penisilin, ister yüksük otundan elde edilen digitalis olsun, soyağacını bazı organizmalardaki bazı doğal bileşiklere kadar izler. Bilim adamları, ancak son birkaç yılda parazitin farmakopesi üzerinde çalışmaya başladılar. Böcekleri istila eden ve vücudundan çiçek benzeri saplar çıkaran bir mantar olan Cordyceps, önemli bir antibiyotik olan siklosporinin kaynağıdır. Kancalı kurtlar, insan kanındaki pıhtılaşma faktörleriyle mükemmel bir şekilde kenetlenen moleküller üretirler ve biyoteknoloji şirketleri bunları ameliyat için kan sulandırıcı olarak denemelere tabi tutar. Keneler aynı zamanda sadece pıhtıları çözmekle kalmayıp iltihabı azaltan ve bir yaraya girmeye çalışan bakterileri öldüren kimyasallar kullanarak kanımızı daha kolay içebilmeleri için kurcalayabilirler. Hala bir açıklama bekleyen başka asalak hileler var. Kan kelebekleri, kendilerini bağışıklık sisteminden kamufle etmek için kendi kanımızdan maddeler çalabilir, ancak bunu nasıl yaptıklarını kimse çözemedi. Bilim adamları bunu yapsaydı, keşiflerini nakledilen organlara uygulayabilirlerdi. Bir doktor, bir hastanın kanını bir donör akciğerinden pompalayabilir ve esasen onu devasa, korunan bir tesadüfe dönüştürebilir. Bu, hastaları bağışıklığı baskılayan ilaçların tehlikelerinden koruyabilir. Ve bunlar sadece birkaç parazit; Milyonlarca diğerinin ne tür kimyasallar geliştirdiğini kim bilebilir?

Parazit envanteri için başka bir neden, Brooks ve ben diseksiyonlardan bir gün izin aldığımızda ortaya çıktı. Kayalardan yapılmış bir yolda bir Land Cruiser'ın arkasına çarparak Volcan Cacao'nun yanından yukarı çıktık. Dağın eteklerindeki ormanın büyük bir kısmı çiftçiler tarafından kesilmişti, ancak korumacılar araziyi geri satın almış ve ormanların yamaçlarda yeniden büyümesini bekliyorlardı. Ormanın sınırında arabayı durdurduk ve içeri girdik, anında bir ağaç okyanusuna daldık, mavi morfo kelebekler gölgede başımızın üstünde yüzen balıklar gibi zıpladı. Bir derenin üzerinden geçerken ince bir yağmur kalın gölgelikten aşağı doğru ilerledi. Brooks nehrin yukarısına ve aşağısına bakmak için durdu. "Burası kurbağalarla dolu olmalı" dedi.

Ve hiç bir şey yoktu.

1980'lerin sonundan itibaren kurbağalar Orta Amerika'nın yüksek kesimlerinden kaybolmaya başladı. Kakaoda tek bir kurbağa türü bulunmaz. İlk başta biyologların ölümlere neyin sebep olduğu hakkında hiç bir fikri yoktu; tek bildikleri kurbağa cesetlerinin kuşların dokunmadığı bir şekilde biriktiğiydi. Sadece 1999'da bir biyolog muhtemelen sebebin ne olduğunu tespit etti: Amerika Birleşik Devletleri'nden getirilen bir mantar. Sporları, bir kurbağanın derisiyle karşılaşana kadar suda ilerler. Bunun üzerine hayvanın içini kazarlar ve derisindeki keratini yutarlar ve onu hızla öldüren bir toksin salgılarlar. Mantarın Orta Amerika'daki tüm kurbağaları öldürmesini engelleyen tek şey, serin iklimlere uyum sağlamış olması ve mantarın binin altında yaşayamayacağı kadar sıcak olmasıdır.
metre.

Bilim adamları mantarı fark ettiklerinde, herhangi bir şey yapmak için çok geçti.

Sadece parazitin dağdan dağa güneye doğru ilerlemesini izleyebildiler. Brooks, "O mantarı bilmeliydik" diyor. "Kurbağa parazitlerinin bir envanterine sahip olsaydık, Orta Amerika dağlarının tepelerinde hâlâ kurbağalarımız olabilirdi.
Orada olduğunu bilmiyorduk." İnsanların da parazitlere karşı özel bir koruması yoktur ve rahatsız edilmiş yağmur ormanlarından sıçrayarak çıkabilirler. Ebola virüsünün nereden geldiğini doktorlar değil, hayvanı normalde barındırdığı Afrika yağmur ormanlarında bulabilen zoologlar olacak.

Ancak Brooks, envanterine sadece bir ölüm ve yıkım kataloğu olarak bakmıyor.
Bilim adamlarının Guanacaste ve onun gibi diğer ormanların ekolojik sağlığını ölçmelerine yardımcı olabilir. Ekosistem biraz insana benzer. Sağlıklı bir insanda, tüm parçalar olması gerektiği gibi etkileşime girer: akciğerler oksijeni alır ve mide besinleri alır, kan hepsini dokulara taşır, böbrekler atıkları dışarı atar ve beyin dünyayı ya da ne olduğunu düşünür. akşam yemeği istiyor Hasta bir insanda birkaç parça çalışmayı durdurur ve bunların kapanması kişinin tüm vücudunu bozar, bazen geri kalan parçaları da devre dışı bırakır. Bir ekosistem, birlikte iyi çalışan parçaları olduğu için binlerce veya milyonlarca yıl sürer: solucanlar toprağı havalandırır, ağaç köklerine karışan mantar onlara besin sağlar ve karşılığında karbonhidratları çıkarır vb. Su, mineraller, karbon ve enerji ekosistemde kan gibi dolaşır. Ve ekosistemlerin hastalanabileceği ortaya çıktı. Koa böceklerini öldüren bir paraziti tanıtın ve hasar bir ormandaki ağaçlara kadar dalga dalga yayılabilir.

Doktorlar, hastalarında bir sorun olduğunu söylemek için ölene kadar beklemezler. Sorunun ne olduğunu henüz bilmeseler bile erken, tespit edilmesi kolay ipuçları ararlar. Potansiyel olarak ölümcül bir bakteri kolonisi bir kişinin vücudunda bir yere yerleştiyse, mikropları gerçekten takip etmeniz gerekmez; sadece ateş olup olmadığını kontrol edebilirsiniz. Ekolojistler, hasar ağının tüm iplikçiklerine yayılmadan önce onlara bir ekosistemin hasta olduğunu söyleyebilecek bir şey istiyorlar. Bir tür vücut ısısı indeksi işlevi görebilecek bir tür bulma umuduyla ekosistemleri oluşturan türleri deniyorlar. Bazıları karıncalara ve diğer böceklere, diğerleri ise orman zeminlerinde yuva yapan ötücü kuşlara bakıyor.

Birçok aday şu ya da bu şekilde yetersiz kalıyor. Nispeten az sayıda ve büyük olduklarından, kurtlar gibi en iyi yırtıcıların azalıp azalmadığını söylemek nispeten kolaydır. Ancak bazı çevresel streslerin etkileri, besin zincirinden kurda kadar yükseldiğinde, ekosistem muhtemelen çoktan yardım edemeyecek kadar ileri gitmiştir.

Brooks gibi bazı bilim adamları, parazitlerin ekolojik sağlığın bir işareti olduğunu düşünüyor, ancak çoğu insanın düşündüğü şekilde değil. Yakın zamana kadar, çoğu çevrebilimci parazitlere çevresel gerilemenin bir işaretinden başka bir şey gözüyle bakmıyordu. Bazı kirleticiler bir ekosistemin üyelerinin bağışıklık sistemlerini aşındırırsa, hastalıklara karşı daha duyarlı hale gelirler. Bu gerçekten de bazen doğru gibi görünse de bunu bir genelleme haline getirmek kolay ve yanlıştır. Fikir, Lankester'a kadar uzanıyor: yozlaşmış zamanların bir işareti olarak parazitlerin yükselişi. Brooks ve benim aşağı ormanlardan topladığımız kurbağalar sağlıklıydı ve o kadar boldular ki kendilerini yolumuza attılar ve parazitlerle delik deşik oldular. Parazitler aslında bozulmamış, baskı altında olmayan bir ekosistemin işaretidir ve kulağa tuhaf gelse de tam tersi doğrudur: Parazitler bir yaşam alanından kaybolursa, muhtemelen başı belaya girer.

Parazitler yaşam döngüleri boyunca seyahat ederken, genellikle kirlilikten zehirlenmeye karşı savunmasızdırlar. Örneğin bir şans, salyangoz aramak için yüzen tüy benzeri kirpiklerle kaplı hassas bir forma dönüşür; birkaç nesil sonra, memeli ev sahibini bulmak için salyangozdan bir cercaria çıkar. Her iki aşamada da, parazit hayatta kalmak için temiz suya bağlıdır. En azından teori bu ve bunun doğru olduğunu gösteren bazı somut kanıtlar var. Nova Scotia nehirleri, rüzgara karşı kömür santrallerinden kaynaklanan hava kirliliğinin bir sonucu olarak asitlendi. Kanadalı ekolojistler, kötü bir şekilde vuran bir nehrin kaynağına kireç ekleyerek oradaki asidi etkisiz hale getirdiler ve sonraki yıllarda yılan balıklarını toplamak için geri geldiler. Daha sonra onları, sonunda kireçli olana katılan işlenmemiş bir nehirden gelen yılan balıklarıyla karşılaştırdılar. Kireçli nehirden gelen yılan balıkları, içlerinde çok daha zengin çeşitlilikte tenyalar, şanslar ve diğer parazitler taşıyordu. Ekolojistler daha sonra araştırmalarını Nova Scotia kıyılarının çoğu boyunca uzanan nehirleri kapsayacak şekilde genişlettiler ve en çok etkilenen suların parazitsiz yılan balıkları olduğunu keşfettiler.

Parazitler başka bir nedenden dolayı ekolojik bekçi olarak iyi çalışırlar: birçok ekolojik ağın tepesinde yer alırlar. Bir nehre nikel atarsanız, küçük hayvanlar bunun birazını alır ve çok fazla acı çekmezler, ancak nikel besin ağında yükseldikçe - kopepodların küçük balıklar tarafından yenmesi ve onların da büyük balıklar tarafından yenmesi gibi. sırayla kuşlar tarafından yenen balıklar - kirlilik daha yüksek ve daha yüksek konsantrasyonlara odaklanır. Ancak en büyük yırtıcıları bile avlayan parazitler, vücutlarında daha da fazla kirlilik biriktirir.

Tenyalar, içinde seyahat ettikleri balıklardan yüzlerce kat ve çevredeki sudan binlerce kat daha fazla kurşun veya kamiyum taşıyabilir.

Serbest yaşayan organizmaların aksine, bir parazit ekosisteminin birçok seviyesinde dolaşır ve seyahatleri sırasında karşılaştığı hasarı rapor edebilir. Yaşam döngüsü boyunca, bir parazitin her biri habitatta kendi nişini işgal eden birçok konakçıdan geçmesi gerekebilir. Carpinteria tuz bataklığındaki kelebekler, çamur kıyılarındaki alglere bağımlı olan salyangozlarda yaşamak zorundadır; oradan hayatta kalmak için zooplankton yemesi gereken bir balık bulurlar; ve son olarak parazit, içinde olgunlaşabileceği sağlıklı bir kuşun bağırsağını bulmalıdır. Bu ev sahiplerinden herhangi biri ortadan kalkarsa, parazit acı çekecektir.

1997'de Kevin Lafferty, Carpinteria tuz bataklığının bozulmuş bölümünde, sağlıklı kısımda olduğu gibi parazit türlerinin yalnızca yarısının ve bireysel parazitlerin yalnızca yarısının bulunduğunu buldu. Bataklığın bazı kısımları şimdi restore ediliyor ve 1999'da oradaki salyangozlar, bozulmamış bataklıkta bulunan parazitlerin seviyelerine geri döndü.

Bu nedenle Brooks, Kosta Rika'da kurbağaları kesiyor. “Dokuz on parazitle ortalıkta dolaşan bu adam var, sağlıklı ve mutlu. Kurbağalardaki tüm parazitleri öğrendikten sonra, aniden orada bir şey yoksa, kurbağalarda veya bir ara konakçıda bir sorun vardır. Bir paraziti kaybettiyseniz, ekosistemin dokusunda bir şey kaybetmişsiniz demektir.” Ve Brooks envanteriyle işini bitirdiğinde, parazitleri yumurtalarından veya larvalarından teşhis etmek mümkün olabilir ve daha fazla konakçıyı feda etmeye gerek kalmaz.

Parazitler yalnızca iyi bir ekolojik sağlığın işareti olmayabilir; aslında bunun için hayati olabilirler. Çiftlik sahipleri sığırlarını ve koyunlarını narin otlaklarda aşırı otlattığında, bölgenin ekolojisini bir çöle çevirebilirler. Ekolojistlerin söyleyebildiği kadarıyla, bu hareket hemen hemen geri alınamaz, çünkü çöl çalıları toprağı çimenlerin geri giremeyeceği şekilde yeniden düzenler. Karar vermesi zor ve politik olarak değişken bir meseledir.

belirli bir arazi parçasında ne kadar otlatmaya izin verilmesi gerektiği. Çiftçiler genellikle mümkün olduğu kadar çok bağırsak solucanını öldürmek için hayvanlarını ilaçla uyuştururlar, ancak parazitler besi hayvanlarını bağımlı oldukları çim ile dikkatli bir dengede tutabilirler. Bazı asalak solucan türlerinin larvaları yedikleri otlara yapışarak çiftlik hayvanlarına bulaşırlar. Bir solucan koyunun bağırsağına girdiğinde olgunlaşır ve koyunun yemeklerinin bir kısmını sifonla emmeye başlar. Solucanın etkileriyle mücadele eden koyunlar, daha kısa bir yaşam sürmeye ve daha az kuzu üretmeye eğilimlidir. Sonunda, parazit sürünün boyutunu küçültür.

Bu tür inişler ve çıkışlar bütün bir ekosistemi değiştirebilir. Bir çiftlik sahibi koyunlarını yarı kurak bir otlakta aşırı otlatıyorsa, koyunlar çoğalabilir ve bitkiler azalır. Aynı zamanda, otlatma parazitleri değiştirir: daha fazla koyun olduğunda, çok sayıda üreyebilirler ve azalan çimenlerin üzerinde kalabalıklaşarak bir koyunun enfekte olma olasılığını daha da artırırlar. Başka bir deyişle, aşırı otlatma otomatik olarak bir salgını tetikler ve sürünün ölçeğini küçülterek çimlerin toparlanmasını sağlar. Kısa süre sonra koyun popülasyonu da eski haline döner, ancak parazitlerin yönetimi sayesinde asla otlakları çöle çevirecek kadar büyüyemez. Çiftlik sahipleri, çiftlik hayvanlarını antiparazit ilaçlarla doldurup otlak alanlarını mahvetmek yerine, parazitlerin sürüyü kontrol altında tutmasına izin vererek fayda sağlayabilir.

Ancak şimdilik, parazit kararlılığı teorisi çoğunlukla teori olarak kalıyor çünkü bilim adamları doğadaki parazitler hakkında çok az şey biliyorlar - Daniel Brooks'un Kosta Rika'da olmasının bir başka nedeni de bu. "İnsanlar parazit stabilitesi hakkındaki fikirlerini test edebilecekler çünkü burası otuz yıl sonra bir otopark olmayacak. Parazitler salınımları azaltabilir ve eğer bir etkileri varsa, parazitleri yok etmek istemezsiniz."

Başka bir deyişle Guanacaste'ı yönetmek için parazitlerini anlamanız gerekir. Brooks, "Böyle bir yeri korumak istiyorsak," dedi, "neler olduğunu mikroskobik olarak bilmeliyiz. Parazitlerle nasıl çalışacağımızı bulmalıyız. Organizmaların neye ihtiyacı olduğunu ve ne istediğini bulmamız gerekiyor, böylece onları varlıklarını sona erdirmeyecek şekillerde kullanabiliriz."

Brooks'un biz insanlar hakkında konuşma şekli bana parazitlerin ev sahiplerini nasıl kullandıklarını hatırlattı - ev sahiplerinin neye ihtiyacı olduğu ve istediği, neleri olmadan yaşayıp yaşayamayacakları konusunda bir fikir geliştirerek kendilerini yok etmemeleri. Bu kitap için yaptığım seyahatlerde sık sık doğal dünyayı, parçalarının toplamı olarak düşündüm. Uçaklardan Sudan'ın çamur göllerine, Los Angeles çevresindeki devre kartı konutlarına, Kosta Rika'nın dağılmakta olan çiftliklerine ve orman artıklarına bakar ve bazı bilim adamlarının benimsediği Gaia adlı bir kavram düşünürdüm. Biyosferi -hayata ev sahipliği yapan okyanus, kara ve hava kabuğunu- bir tür süper organizma olarak düşünürler. Karbon, nitrojen ve diğer elementleri dünyanın dört bir yanına taşıyan kendine ait bir metabolizması vardır. Ateşböceğinin parlamasına yardımcı olan fosfor, ateşböceği öldüğünde toprakta son bulur, belki bir ağaç tarafından alınır ve yapraklarından birine eklenir, bir nehre düşer ve fotosentez yapan planktonun aldığı denize akar. sadece otlayan bir kril tarafından yenilmek üzere, okyanusun derinliklerine dışkısıyla salınıyor, sadece bir bakteri avcısı tarafından alınıp okyanusun yüzeyine geri döndürülüyor ve sonunda, yıllar sonra, sona eriyor. kadar deniz tabanına gömüldü.

Kendi bedenlerimiz gibi, Gaia da metabolizması tarafından bir arada tutulur ve sabit tutulur.

Biz insanlar Gaia'nın iç inde varız ve hayatta kalmak iç in ona bağ lıyız. Bu günleri tüketerek yaş ıyoruz. Çiftliklerimizde üst toprağ ı değ iş tirmeden sıyırıyoruz; denizlerde balık tutarız; ormanları temizliyoruz. Brooks'un az önce söylediğ i ş eyi düş ündüm, doğ ayı yok etmeden kullanmayı öğ renmekle ilgili.

"Sanki bir asalakmış ız gibi konuş uyorsun," dedim.

Brooks omuzlarını silkti. Bu fikir ona uygundu. "Öz denetimi olmayan bir parazit kendini yok edecek ve ev sahibini de beraberinde götürebilir" dedi. "Ve dünyadaki ç oğ u türün parazit olduğ u gerç eğ i, bize bunun ç ok fazla olmadığ ını söylüyor."

Bunu bir süre ç iğ nedim. İ ş te parazitlerin bizim iç in sahip olabileceğ i yeni bir anlam vardı - Lankester'ın yozlaş mış larının, Yahudi tenyalarının ve baş arısız evrime dair tüm eski mitlerin yerini alabilecek bir anlam. Hayatı bir korku filmine dönüş türmeden, kaburgalarımızdan parazitler fış kırmadan biyolojik olarak sadık olabilecek bir film. Parazitler biziz ve ev sahibi Dünya biziz. Metafor mükemmel olmayabilir ama kulağ a hoş geliyor. Yabanarısının ihtiyaç duyduğ u türden yiyecekleri yapmak iç in tırtıl fizyolojisini yeniden yönlendirmesi gibi, biz de yaş am fizyolojisini kendi amaç larımıza göre yeniden yönlendirir, gübre ç ıkarır ve onunla ç iftlik alanlarını örteriz. Plasmodium'un bir kırmızı kan hücresini ç öplüğ e ç evirmesi gibi, bu kaynakları tüketir ve atıklarımızı geride bırakırız . Gaia'nın bir bağ ış ıklık sistemi olsaydı, patlayan bir türün dünyayı ele geç irmesini engelleyebilecek hastalık ve kıtlık olabilirdi. Ama ilaç larla, temiz tuvaletlerle ve diğ er icatlarla bu güvencelerden kurtulduk ve onlar gezegene milyarlarca insan yerleş tirmemize izin verdi.

Parazit olmakta utanılacak bir ş ey yok. Bebekliğ inden beri bu gezegende var olan ve gezegendeki en baş arılı yaş am biç imi haline gelen saygıdeğ er bir loncaya katılıyoruz.

Ama asalak yaş am tarzında beceriksiziz. Parazitler, konakç ılarını büyük bir hassasiyetle değ iş tirebilir ve belirli amaç lar iç in değ iş tirebilirler: onları bir nehirdeki atalarının evlerine geri götürmek, bir sumru iç inde yetiş kinliklerine geç mek. Ancak sadece gerekli olan zararı verme konusunda uzmandırlar, ç ünkü evrim onlara anlamsız zarar vermenin eninde sonunda kendilerine zarar vereceğ ini öğ retmiş tir. Asalaklar olarak baş arılı olmak istiyorsak, ustalardan öğ renmeliyiz.

sonsöz

Parazit Rex'i yazarken bir dizi kör randevuya gittim. Bir arkadaşım, üç başarılı maçın cennete otomatik olarak girmenizi sağladığına dair Yahudi irfanını biraz duymuş olarak benim çöpçatanım olmaya karar vermişti. Arkadaşımın Çinli bir Müslüman olması onun şevkini azaltmadı. Ne yazık ki, benimle işi bittiğinde, bulutlardaki bir eve daha yakın değildi. Tarihler, tarihlerin başarısız olmasına neden olan çeşitli nedenlerle başarısız oldu. Bununla birlikte, özellikle bir tanesi, on yıldan fazla bir süre sonra bugün hala hafızamda yer ediyor. Greenwich Village'da sıcak bir gecede bir restoranın terasında bir kadınla oturuyordum. Kağıt fenerlerle çevrili, ne yaptığımızı tartışıyorduk. Bana reklamdan bahsetti. Parazitlerin ne kadar harika olduğu hakkında koca bir kitap yazdığımı söyledim. Konuşmanın konusunu değiştirmeye çalıştı. Akşam bisiklet lastiğine diken saplamış gibiydim. Yavaşça ve istikrarlı bir şekilde düzleşirken hafif tıslamayı neredeyse duyabiliyordum.

O uğursuz gecede kitabı anlatırken ne kadar garip, izole bir dünyaya girdiğimi fark ettim. Salyangozlardan karıncalara ve kuşlara giden oklarla kağıt peçeteleri işaretleyerek düzenli olarak parazitlerin yaşam döngülerini çizdim. Hangi tür kan kelebeğinin bağırsaklarınızın arkasındaki kan damarlarını etkilediğini ve hangisinin mesanenizin arkasında yaşadığını biliyordum. Kendi zaman dilimimde Kuchenmeister'in kim olduğunu bilen tek kişinin ben olduğumdan şüphelenmeme rağmen, Louis Pasteur'ün kenara çekilip bilim tarihinde tenya öncüsü Friedrich Kuchenmeister'a yer açması gerektiğini düşündüm.

Neyse ki, Parazit Rex 2000 yılında yayınlandığında, takıntımdan korkmayan eşim Grace ile mutlu bir nişanlıydım. Ve insanlar kitabı okuma şansı bulduklarında, pek çok akraba ruhu keşfettim. Bir radyo yapımcısı, bir haftadır onun kabuslarını gördüğümü söyleyerek programına çıkmamı istedi. Bunu bir iltifat olarak kastetmişti. New York Halk Kütüphanesindeki bir partide, bir lise kütüphanecisi bana kendini tanıttı. Bana Parasite Rex'in kütüphanesinden altı kez çalındığını ve rekor kırdığını söyledi . Bunu da iltifat olarak aldım. Kütüphaneci bana yapabileceğimin en azından öğrencileriyle konuşmak olduğunu söyledi. Birkaç hafta sonra, bulabildiğim en güzel slayt seçkisiyle dolu bir atlıkarıncayla onun okuluna geldim.

Bazen parazitler hakkında konuşmak için seyahat ettiğimde, bana anlatacak kendi hikayeleri olan insanlarla tanışırdım. 2006'da Johns Hopkins'e yaptığım bir ziyarette bir sıtma uzmanı bana bir gün Zambiya'da gördüğü garip bir manzaradan bahsetti. Bir yolda yürürken, önünde bir yaban arısı ve bir hamam böceği gördü. Onlara yaklaştığında, eşekarısı, tasmalı bir köpek gibi, bir anten çekerek hamamböceğine yol gösteriyormuş gibi göründü.

Sıtmaya ilişkin uzmanlık alanının dışında olduğundan şüpheleniyordum, ancak İsrail'deki bir bilim adamının eşek arıları üzerinde çalıştığına ve hamamböceklerini yavruları için nasıl ev sahibine dönüştürdüklerini bulmaya çalıştığına dair bana güvence verdi. Bu yüzden, Ben Gurion Üniversitesi'nden bir Frederic Libersat olan bilim adamıyla temasa geçtim. Arıların gerçek olduğu ortaya çıktı. Ve hayal edebileceğimden daha tuhaflardı.

Yaban arıları hem Latince hem de İngilizce olarak güzel bir şekilde adlandırılmıştır: Ampulex compacta, diğer adıyla

mücevher yaban arısı. Dişi Ampulex yumurtalarını bırakmaya hazır olduğunda bir hamam böceği arar. Müstakbel ev sahibine inerek, iki kesin iğne yapar. İlkini hamamböceğinin orta bölümüne teslim ederek ön bacaklarının bükülmesine neden olur. İlk sokmanın neden olduğu kısa süreli felç, eşek arısına kafasına daha kesin bir sokma yapma lüksü verir.

Yaban arısı, iğnesini hamamböceğinin dış iskeletinden geçirerek doğrudan beynine sokar. Bir hamam böceğini yürümeye başlamaya hazırlayan sinyalleri üreten nöronların özel düğümüne ulaşana kadar iğnesini yılan gibi sokmaya devam ediyor -bir laparoskopla apandise doğru kıvrılan bir cerrah gibi. Yaban arısı, bu nöronları sakinleştiren ikinci bir zehir enjekte eder, böylece hamamböceği kendini hareket ettiremez.

Dışarıdan, etki gerçeküstü. Yaban arısı hamam böceğini felç etmez. Hamam böceği korkarsa zıplar ama kaçmaz. Yaban arısı daha sonra hamam böceğinin antenlerinden birini tutar ve tasmalı bir köpek gibi onu kaderine, yani yaban arısının yuvasına götürür. Hamamböceği itaatkar bir şekilde içeri girer ve yaban arısı yumurtasını alt tarafına bırakırken sessizce orada oturur. Yaban arısı daha sonra yuvayı kapatarak ve hala yaşayan hamamböceğini gömerek ayrılır.

Yumurta çatlar ve larva, hamamböceğinin yanında bir delik açar. İçinde gider. Larva, yaklaşık sekiz gün boyunca konakçısının organlarını yiyip bitirerek hamamböceğinin içinde büyür. Daha sonra kendisine bir koza örmeye hazırdır ve bunu hamam böceğinin içinde de yapar. Dört hafta daha sonra yaban arısı bir yetişkine dönüşür. Önce kozasından sonra hamam böceğinden çıkar.

Acı, Libersat gibi bilim adamlarını en çok büyüleyen şeydir. Ampulex hamamböceklerini öldürmek istemez. Örümcekler ve yılanlar gibi onları felç etmek bile istemez, çünkü felçli büyük bir hamam böceğini yuvasına sürüklemek için çok küçüktür. Bunun yerine, motivasyonunu ortadan kaldırmak için hamamböceğinin sinir ağını hassas bir şekilde yeniden düzenler. Zehiri, hamam böceklerini zombi yapmaktan fazlasını yapar. Aynı zamanda metabolizmalarını değiştirir, böylece oksijen alımları üçte bir oranında düşer. İsrailli araştırmacılar, felç edici ilaçlar enjekte ederek veya eşek arılarının sokmalarıyla devre dışı bıraktıkları nöronları kaldırarak hamamböceklerinde oksijen tüketimini azaltabileceklerini keşfettiler. Ancak yaban arısının zehrinin ancak kaba bir taklidini yapabilirler; manipüle edilmiş hamamböcekleri hızla susuz kaldı ve altı gün içinde öldü.

Yaban arısı zehiri, bir yaban arısı larvası onu içeriden yutarken bile, hamam böceklerini bir şekilde askıya alınmış animasyona sokar ve onları sağlıklı tutar. Bilim adamları, Ampulex'in bu başarılardan herhangi birini nasıl yönettiğini henüz anlamış değil. Cehaletlerinin bir nedeni, bilim adamlarının sinir sistemleri ve metabolizmalar hakkında öğrenecekleri daha çok şey olduğu gerçeğidir. Ancak milyonlarca yıllık doğal seçilim, Ampulex'in ev sahibini tersine çevirmesine izin verdi. Onun liderliğini takip edip asalakların bilgeliğini kazansak iyi ederiz.

Parazitler üzerine koca bir kitap yazıp mücevher yabanarısı gibi bir mucizeyi kaçırmış olabileceğime ilk başta inanamadım. Ancak yıllar geçtikçe, her biri o eski tanıdık ürkütücü saygı duygusunu geri getiren daha fazla parazit öğrenmeye devam ediyorum.
Herkesin onları tam olarak takdir etmesi için çok fazla parazit var. Ve bilim adamları yenilerini keşfettikçe parazit kataloğu her yıl büyüyor. 2009 yılında, o parazitlerden birinin benim adıma verildiğini keşfettim.

Haber, Carrie Fyler adlı genç bir parazitologdan geldi. Fyler üniversitede hayatıyla ne yapacağ ından emin değ ildi. Asalakların büyüsüne kapılmış tı ama bu tutkudan bir hayat yaratılabileceğ ine inanamıyordu. Sonra Parasite Rex'i okudu ve fikrini değ iş tirdi. Parazitolog Janine Caira ile ç alış mak iç in Connecticut Üniversitesi'nde yüksek lisans okuluna gitti. Caira'nın uzmanlık alanı, köpekbalıkları ve akrabalarında yaş ayan tenyaları incelemektir. Fyler, balıkları incelemek ve tenyalarını yolmak iç in Caira ile Senegal ve Ş ili gibi yerlere seyahat etti. Fyler, tezini bilinen 165 tür iç eren Acanthrobothrium adlı bir tenya cinsi hakkında yazdı . Araş tırmasının bir parç ası olarak, Caira ve meslektaş larının Avustralya'nın kuzey kıyısı aç ıklarında Arafura Denizi'nde seyreden ticari bir trol gemisi olan Ocean Harvest'te 1999 yılında yaptıkları bir yolculukta keş fettikleri bazı gizemli Acanthrobothrium tenyalarını inceledi. Balıkç ı, daha önce hiç görülmemiş bir türe ait devasa bir kamç ı ış ını ç ıkardı. Caira, bilim iç in eş it derecede yeni olan tenyalarıyla daha ç ok ilgileniyordu.

Adları olan yaklaş ık 1,8 milyon hayvan, bitki, mantar ve mikrop türü vardır. Daha sayılacak milyonlarcası var. Bilim adamları her yıl on binlerce yeni türün adını veriyor, bu da iş lerini bitirmelerine daha yüzyıllar var anlamına geliyor. Çocuklarımıza doğ ar doğ maz isim veririz ama yeni bir türe isim vermek onun keş finden ç ok sonra gelir. Bilim adamları, bilinen herhangi bir türe ait olmayabilecek gibi görünen bir organizma bulduklarında, bilim iç in gerç ekten yeni olup olmadığ ını görmek iç in bilimsel literatürü araş tırırlar. Eğ er öyleyse, aynı türe ait baş ka bir organizmayı tanımlamak iç in kullanılabilecek tüm bilgileri gözlemleyerek, onu en ince ayrıntısına kadar incelerler. Bu, bir gen dizileme robotunun öğ le tatilinde senin iç in yapabileceğ i türden bir iş değ il. Bu doğ al tarih, eski okul.

Ş imdiye kadar adlandırılmış yaklaş ık 6.000 tenya türü vardır, ancak bilim adamları düzenli olarak yenilerini keş federler. Fyler, Caira'nın ona verdiğ i kırbaç lı ış ın tenyalarını incelediğ inde, bunların beş yeni tür olduğ unu keş fetti. Onları tarif etmeye baş ladığ ında, bunlardan birine Acanthobothrium zimmeri adını vermeye karar verdi.

A. zimmeri'nin iyi bir parazit olduğ unu bildirmekten mutluluk duyuyorum . Beyni, gözleri ve ağ zını terk etmiş ve derisini tersyüz bağ ırsaklara ç evirmiş bir tenyadan bekleyeceğ iniz tuhaf anatomiye sahiptir. Baş ı, muhtemelen ev sahibinin bağ ırsağ ına kenetlenmek iç in kullandığ ı, kendine özgü bir dizi vantuz, kanca ve kaslı yastıklarla süslenmiş tir. Diğ er tenyalar gibi, minik vücudunun geri kalanı ç oğ unlukla her biri hem testisleri hem de yumurtalıkları taş ıyan segmentlerden oluş ur. (Yorum yapmadan, Fyler'ın Folia Parasitologica makalesinde A. zimmeri'nin vücudunun her bir bölümündeki vajinayı "kalın duvarlı, kıvrımlı" olarak tanımladığ ını not ediyorum .)

Benim adıma bir türe sahip olacağ ımı ilk keş fettiğ imde, büyüklük sanrıları beni ş aş kına ç evirmiş ti. Ama sonunda dünyaya geri döndüm. Düş üş üm, Amerikan Parazitoloji Derneğ i'nin bir toplantısına katılmak iç in seyahat ettiğ im Teksas, Arlington'da gerç ekleş ti. Fyler ve baş ka bir cestodologist ile yeni adlandırılan A. zimmeri hakkında koridorda bir sohbete girdim .

"Evet, sanırım bu mantıklı," dedi beni tartarak. "Acanthrobothrium senin gibi biraz uzun ve ince."

Türleri adlandırmak aslında hayal ettiğ im kutsal bir ritüel değ ildi. ç ok fazla

türler, aslında oldukça rutin. Fyler, Caira'nın kırbaç ışınında bulduğu diğer dört tenyaya şunların adını verdi: 1. Caira ve Jensen'in bindiği gemi (A. oceanharvestae) 2. "Pop" adını verdiği büyükbabası (A. popi)

3. Ulusal Bilim Vakfı'ndan James Rodman (A. rodmani)

4. Fyler'ın kullandığı mikroskoplarla ilgilenen Jim Romanow (A. romanowi).

Fyler'ın jesti için hâlâ minnettarım ve A. zimmeri'nin bilim adamlarının yaşamın çeşitliliği ve bu çeşitliliğin nasıl evrimleştiği hakkında biraz daha fazla şey öğrenmelerine nasıl yardımcı olduğunu görmekten hâlâ elimde olmadan bir baba gibi hissediyorum . Fyler ve meslektaşları, A. zimmeri'nin DNA'sını diğer Acanthobothrium türleriyle karşılaştırdılar ve ilginç bir şey keşfettiler: Tek kamçılı ışında yaşadıklarını buldukları beş Acanthobothrium türü birbiriyle yakından ilişkili değildi. Bunun yerine, en yakın akrabaları diğer kırbaç ışınları türlerinde yaşarlar. Ataları bir şekilde bir konaktan diğerine sıçramış olmalı ve bir şekilde kamçı vatozunun bağırsağının içi olan kalabalık ekosistemde kendilerine bir yer yapmış olmalılar.

Şimdilik, bu sıçrama neredeyse tamamen bir sır olarak kalıyor. Bilim adamlarının, A. zimmeri ve akrabalarının ne tür bir yaşam döngüsüne sahip oldukları hakkında hiçbir fikirleri yok - tenyaların kamçı ışınlarından saldıkları yumurtalara ne olduğu veya sonunda başka bir kırbaç ışınıyla son bulmadan önce başka hangi konukçuları istila etmeleri gerekebileceği gibi. A. zimmeri'nin kırbaç ışını konakçısı gibi, ara konakçıları da muhtemelen henüz kendi adlarına sahip değiller.

Umarım bir gün bilim adamları adaşımın yaşam döngüsünü çözerler, ama aynı zamanda zamanlarının tükeniyor olabileceğinden de endişeleniyorum. Kamçı vatozlar, diğer birçok vatoz ve köpek balığı gibi, pervasız aşırı avlanma nedeniyle bugünlerde ciddi bir belada. Ve bir türün nesli tükendiğinde diğer türleri de beraberinde götürebilir. Ev sahibi türün değiştirilmesi son derece nadir görülen bir olaydır ve bu nedenle A. zimmeri'nin yalnızca bir kırbaç ışın türünde yaşayabilmesi muhtemeldir . Ev sahibi gittiğinde, o da kaybolabilir.

Şimdi, varlığımın parazitlerinkiyle iç içe geçmiş olduğunu her zamankinden daha fazla hissediyorum. Ben öldükten çok sonra, umarım kırbaç ışınları benim adımı taşıyan tenyalarla dolu Arafura Denizi'nde yüzer.

Sözlük

Antikor: Bağışıklık sistemi tarafından oluşturulan, antijenlere bağlanabilen ve onları nötralize edebilen bir protein.

Antijen: Bir bağışıklık tepkisini uyaran yabancı bir madde.

B hücresi: Antikor üreten bir tür bağışıklık hücresi.

Kan kelebeği: Omurgalıların kan dolaşımında yaşayan birkaç türden biri. En iyi çalışılanlar, şistisomiasis hastalığına neden olan Schistosoma mansoni gibi şistozomlardır .

Kloroplast: Bitkilerde ve alglerde fotosentezin gerçekleştiği bölme. Bir ökaryot tarafından yutulan serbest yaşayan bir bakteri olarak ortaya çıktı.

Tamamlayıcı: Kendi başlarına veya antikorlarla birlikte antijenlere saldıran kanla taşınan moleküller.

Kopepod: Birçok parazite ara konakçı olarak hizmet eden suda yaşayan bir kabuklu.

Cotesia congregata: Tütün boynuzlu kurdunu konakçısı yapan bir asalak yaban arısı türü.

Elephantiasis: Filarial solucanların neden olduğu bir hastalık. Kurtçuklar lenf kanallarında bulunur ve bağışıklık sisteminin tepkisi, lenf sıvısını uzuvlarda veya cinsel organlarda tutan engeller oluşturur.

Flukes: Trematoda sınıfına ait parazitik yassı kurtlar.

Gine solucanı: İnsanların karnında yaşayan parazitik bir nematod. Çiftleşmeden sonra dişi, ev sahibinin bacağından çıkar ve bir kopepodda ikamet eden larvaları serbest bırakır.

Kancalı kurt: Larva olarak toprakta ve yetişkin olarak insan bağırsaklarında yaşayan asalak bir nematod. Kan tüketir ve kansızlığa neden olur.

Makrofaj: Yabancı organizmaları yutarak veya zehir salarak öldüren bir bağışıklık hücresi.

Sıtma: Protozoon Plasmodium'un neden olduğu, yüksek ateşle karakterize bir hastalık .

Mast hücresi: Bağırsak ve burun astarlarındaki bağışıklık hücresi; hücre aniden alerjik reaksiyonları tetikleyebilir.

Plasmodium: Sıtmaya neden olan protozoan.

Nehir körlüğü: Parazitik bir nematod olan Onchocerca volvulus'un neden olduğu bir hastalık . Körlük, parazit gözlerin üzerinden geçerken tetiklenen yara izinden kaynaklanır.

Sacculina: Yengeçlerde yaşayan asalak midye.

Schistosomiasis: Bilharzia olarak da bilinir. Şistozomların neden olduğu hastalık, salyangozlarda ve insanlarda yaşayan kan parazitleri. En ciddi semptomu, bağışıklık sisteminin şistozom yumurtalarına tepkisinden kaynaklanan karaciğer hasarıdır.

Uyku hastalığı: Tek hücreli Trypanosoma brucei'nin neden olduğu ve çeçe sineği tarafından bulaşan hastalık. Oryantasyon bozukluğu ve komaya neden olur. Tedavi edilmezse ölümcül.

T hücresi: Spesifik antijenleri tanıyabilen bağışıklık hücresi. Katil T hücreleri, virüsler ve diğer patojenlerle enfekte olmuş hücreleri yok eder. Enflamatuar T hücreleri, makrofajların saldırılarını organize eder. Yardımcı T hücreleri, antikor üretmek için B hücreleri ile birlikte çalışır.

Toxoplasma gondii: Normalde kedileri ve avlarını ev sahibi yapan protozoan. Hamile kadınlar ve bağışıklık sistemi baskılanmış kişiler dışında genellikle insanlarda zararsızdır.

Trichinella: Kas hücrelerinde yaşayan parazit nematod.

Trypanosomes: Trypanosoma cinsine ait parazit protozoa . Uyku hastalığ ına (T. brucei), Chagas hastalığ ına (T. cruzi) ve diğ er hastalıklara neden olur.

notlar

Prolog: Bir Damar Bir Nehirdir

xiv "Trypanosoma brucei'nin birç ok büyüleyici özelliğ i var...": Borst ve diğ erleri, 1997, s. 121.

xvi 1,4 milyardan fazla insan yılan benzeri yuvarlak kurt taş ıyor: Bu istatistikler, Crompton, 1999.

1 Doğ anın Suç luları

1 "Doğ a paralel değ ildir...": Brown, 1898.

2 Sonunda parazit standart bir karakter haline geldi: Damon, 1997.

2 Aristoteles, örneğ in, tanınan yaratıklar: Grove, 1990. 2 bir asanın etrafına dolanmış iki yılan: Roberts ve Janovy, 2000.

3 "Söz konusu madde solucan olamaz...": Alıntı: Grove, 1990, s. 121.

4 "Bazıları korna ç alıyor...": Alıntı: Wilson, 1995, s. 160.

5 Parazitlerin gizemli doğ ası: Bkz. Farley, 1972. 6 "Üzerlerinde küç ük, yakından kapatılmış bir saat camı gibi kemerler.": Steenstrup'tan alıntılanmış tır. 1845, s. 57–58.

7 "Bir hayvan yavru doğ urur...": Steenstrup'tan alıntı, 1845, s. 132.

8 "Doğ anın bilgece düzenlemesine aykırı olurdu...": Alıntı: Farley, 1972, s.120. Tenya yaş am döngülerinin keş fi hakkında daha fazla ayrıntı iç in ayrıca bkz. Grove, 1990 ve Foster, 1965.

11 1900 yılına gelindiğ inde, bakteriler artık nadiren parazit olarak adlandırılıyordu: Worboys, 1996.

11 Leeuwenhoek kendi dış kısına baktığ ında: Roberts ve Janovy, 2000.

13 Napolyon ordusunu Mısır'a götürdüğ ünde: Nelson, 1990. 14 o dönemde bir bilim adamının sözleriyle, "tıbbi zooloji.": Worboys, 1983.

14 "Yaratıcının...": Alıntı: Desmond ve Moore, 1991, s. 293.

15 "Yüce ve her ş eye gücü yeten bir Tanrı olduğ una kendimi ikna edemiyorum...": Alıntı Desmond ve Moore, 1991, s. 479.

15 Onlara göre ortogenez bir amaç getirdi: Bowler, 1983.

15 Ortogenez iç in etkili bir ses: Lester, 1995. 16 "ofisteki jack-in-ofis, kendini beğ enmiş memur...": Alıntı: Lester, 1995, s. 59.

16 Lankester gününün biyologları iç in: Cox, 1994.

17 "Bir kez asalak yaş am güvence altına alınsın...": Lankester, 1890, s. 27.

17 Drummond, asalaklığ ın "en ağ ır suç lardan biri" olduğ unu ilan etti: Drummond'dan alıntı, 1883, s. 319.

18 “Aceleyle servet edinen tüm o bireyler…”: Drummond'dan alıntı, 1883, s. 350.

18 “Günlük ekmek mücadelesinde…”: Hitler'den alıntı, 1971, s. 285. 18 "sadece ve her zaman diğ er insanların vücudundaki bir asalak...": Hitler'den alıntılanmış tır, 1971, s. 304.

19 Marx ve Lenin'e: Bkz. Brennan, 1995.

19 "Doğ uş tan gelen gaddarlığ ın inceliğ iyle...": Brown'dan alıntı, 1898, s. 162–163.

19 "Özgürlük, esaret ve refah devleti": Stunkard, 1955.

21 “'Daha yüksek ve daha düş ük' terimlerini kullandığ ımızda…”: Lorenz'den alıntı, 1989, s. 41.

22 "Belirli insan özelliklerinin gerilemesi...": Lorenz, 1989, s. 45.

22 “Verdiğ ime inanıyorum…”: Steenstrup'tan alıntı, 1845, s. 8.

2 bilinmeyen arazi

24 Kan kelebeğ i Schistosoma mansoni'yi düş ünün: Bu tanım esas olarak Basch, 1991'den alınmış tır.

27 Bu minik nematod karş ımıza ç ıkıyor: Campbell, 1983.

29 Sukhdeo tavsiyeyi görmezden geldi: Sukhdeo ç alış masını Sukhdeo, 1997'de özetliyor.

31 Tropikal ülkelerde, sığ ırların yüzde 30 ila 90'ı bunları taş ır: Spithill ve Dalton, 1998.

36 Bu kopepodların her biri ç ok farklı görünüyor: Parazitik kopepodlara genel bir bakış iç in bkz. Benz, hazırlık aş amasında.

36 Tenyalar beslenirken olağ anüstü bir hızla büyürler: Roberts ve Janovy, 2000.

37 Yemek yediğ imizde peristalsis bağ ırsaklarımızda hemen dalgalanır: Bkz. Sukhdeo, 1997.

37 Bağ ırsaklar aynı zamanda kancalı kurtlara da ev sahipliğ i yapar: Bkz. Hotez ve diğ erleri, 1995; Hotez ve Prichard, 1995.

38 Bir biyoteknoloji ş irketi ş u molekülleri izole etti: ş irketin ç alış maları iç in web sitesine bakın: www.corvas.com.

40 Bunu yapmak iç in damar duvarına kancalar yerleş tirdiler: Naitza ve diğ erleri, 1998.

41 Patlamadan on beş saniye sonra: Yalnızca bir Plasmodium türü kırmızı kan hücrelerini bu ş ekilde istila eder: Sıtmanın en tehlikeli türüne neden olan P. falciparum .

41 Hemoglobinin ç ekirdeğ i: Ginsburg ve diğ erleri, 1999.

42 Baş ka bir deyiş le, Plasmodium bu basit yuvarları dönüş türmek zorundadır: Plasmodium'un kan hücrelerini nasıl iş gal ettiğ i ve yeniden oluş turduğ una iliş kin bu aç ıklama Foley ve Tilley, 1995, 1998'den alınmış tır; 1985'ten beri.

42 Her iki durumda da parazitlenmiş kırmızı kan hücresi sürüklenmeye baş layabilir: Lauer ve diğ erleri, 1997.

43 Trichinella aynı zamanda bir biyolojik yenileyicidir: Bakınız Capo ve diğ ., 1998; Despommier, 1990; Toz ve diğ erleri, 1997.

44 Bitkiler asalak bitkilere bile ev sahipliğ i yapar: Bkz. Press and Graves, 1995; Stewart ve

Basın, 1990.

45 Ancak birç ok bitki yiyen böcek harcar: Thompson, 1994. Bitki

köklerinde yaş ayan 45 nematod: Kök nematodları hakkında incelemeler iç in bkz. Bird, 1996; Niebel ve diğ .; 1994.

47 Daha büyük konakç ılar, iç lerinde daha fazla parazit türüne sahip olma eğ ilimindedir: Poulin, 1995.

47 Tek bir balığ ın solungaç larında: Rhode, 1994. Diğ er parazit niş örnekleri iç in bkz. Roberts ve Janovy, 2000; Kennedy ve Guegan, 1996.

47 Parazitologlar salyangozların kabuklarını kırdığ ında: Kuris ve Lafferty, 1994.

48 Yaban arısı Copidosoma floridanum: Strand ve Grbic, 1997.

50 Yetiş kin filarial solucanlar lenf kanallarında yaş ar: Roberts ve Janovy, 2000.

50 Diş i tavş anın derisindeki pireler: Hart, 1994.

51 Sert yaz toprağ ına birkaç metre kazın: Pseudodiplorchis'in ayrıntıları iç in bkz. Tinsley, 1990; Tinsley, 1995 ve buradaki referanslar.

3 Otuz Yıl Savaş ları

55 Bir gün Royal Perth Hastanesine bir adam geldi: Harris ve diğ erleri, 1984.

57 Ama burada, her halükarda, kısa bir inceleme var: Janeway ve Travers, 1994.

60 Eylül 1909'da güç lü bir genç adam: Ross ve Thomson, 1910. 62 "enfekte

vücudun savunma güç leri arasında bir mücadele...": Alıntı Ross ve Thomson, 1910, s. 408.

62 Yorucu bir yemle değ iş tir oyunu oynuyorlar: Bkz. Barry, 1997; Borst ve diğ erleri, 1997.

64 Çünkü bu mandallar bağ ış ıklık sistemi tarafından tanınabilir: Borst ve diğ erleri, 1995.

65 Her tür kendi baş ına bir hastalığ a neden olur: Bloom, 1979.

65 Leishmania'nın kendini zorlamasına gerek yok: Leishmania istilasının ayrıntıları iç in bkz. Bogdan ve Rollinghoff, 1999; Locksley ve Reiner, 1995.

67 Çok az kiş i Toxoplasma'yı biliyor : Toxoplasma'nın kaç ış ları iç in bkz. Sher, 1995.

70 Dikkate değ er bir örnek tenyadır: White ve diğ erleri, 1997.

72 Kılık değ iş tirmelerini basit bir deneyde iş baş ında görebilirsiniz: Damian, 1987.

73 Victoria Gölü kıyılarında bir paradoks: Karanja ve diğ erleri, 1997.

74 Yumurtaların büyüsü altında: Leptak ve McKerrow, 1997.

76 Parazit milyonlarca virüs sayesinde hayatta kalır: Cotesia congregata ve virüsleri hakkında incelemeler iç in bkz. Beckage, 1997, 1998; Dushay ve Beckage, 1993; Lavine ve Beckage, 1996.

4 Kesin Bir Korku

Zamanının 79 biyoloğ u pek bir ş ey bilmiyordu: Benim Sacculina tanımım Collis ve Walker'dan alınmış tır, 1994; DeVries ve diğ ., 1989; Gilbert ve diğ ., 1997; Glenner ve Hoeg, 1995; Glenner ve diğ ., 1989; Glenner ve diğ erleri, 2000; Hartnoll, 1967; Hoeg, 1985a,

1985b, 1987, 1992, 1995; Lutzen ve Hoeg, 1995; O'Brien ve Van Wyk, 1986; O'Brien ve Skinner, 1990; Raibaut ve Trilles, 1993.

82 Bu kukla farklı biç imler alır: Konak manipülasyonunun genel incelemeleri iç in bkz. Moore, 1995; Moore ve Gotelli, 1996; Poulin, 1994.

82 Yemeğ i pasif bir ş ekilde emmek yerine: Thompson, 1993.

83 Puccinia adında bir mantar : Roy, 1993.

84 Anoreksiyadan eş ek arıları sorumlu görünüyor: Adamo, 1998.

84 Baş ka bir yaban arısı türü daha da ileri gider: Brodeur ve Vet, 1994.

84 Parazitik nematodlar vardır: Vance, 1996.

86 Ev sineklerinde yaş ayan bir mantar: Krasnoff ve diğ erleri, 1995.

87 Delaware kıyılarında bir ş ans yaş ıyor: Curtis, 1987, 1990.

87 Dicrocoelium dendriticum olarak bilinir : Roberts ve Janovy, 2000.

88 Gine solucanı erken yaş amını geç iriyor: Roberts ve Janovy, 2000.

90 Kolunuza bir sivrisinek konduğ unda: Sivrisineklerin karş ılaş tığ ı zorluklar ve Plasmodium'un onları manipüle etme ş ekli iç in bkz. Day ve Edman, 1983; James ve Rossignol, 1991; Kolla, 1999; Koella ve diğ erleri, 1998b; Ribeiro, 1995.

90 İ ç inde ookinetes bulunan bir sivrisinek: Anderson ve diğ erleri, 1999.

91 Leucochloridium adlı bir tesadüf : Roberts ve Janovy, 2000.

91 Bazı tenya türleri bağ ırsaklarda yaş ar: LoBue ve Bell, 1993.

91 Davranış ı da değ iş tirebilirler: Tierney ve diğ erleri, 1993.

92 Küç ük bir kabuklu, Helluy ve Holmes, 1989.

92 Toxoplasma, yerleş ik protozoan: Berdoy ve diğ erleri, 2000.

95 Moore, Pyrex pasta plakalarından odalar inş a etti: Moore, 1983.

97 Aç lıkları dikenlileri daha fazla risk almaya itiyor: Milinski, 1990.

97 Biyolog Gammarus'un nöronlarını ç ıkardı : Helluy ve Holmes, 1989; Maynard ve diğ erleri, 1996.

99 Böcekler yumurta taş ıyan pisliklere ç ekilir: Evans ve diğ erleri, 1992.

99 Enfekte gübrenin kokusunu yakalarsanız: Evans ve diğ erleri, 1998. 99
Tenya daha sonra daha fazla kimyasal kullanır: Hurd, 1998; Webb ve Hurd, 1999.

100 Bir un yığ ınının üzerine koyun: Robb ve Reid, 1996.

100 Ancak tenya olgunluğ a eriş tiğ inde: Blankespoor ve diğ erleri, 1997. 104
okyanus virüslerle dolup taş ıyor: Fuhrman, 1999.

104 Onlarca yıldır Serengeti üzerinde ç alış an ekolojistler: Dobson, 1995.

106 Aslında tesadüften kurtulacak olsanız: Lafferty, 1993a.

108 Sonuç lar daha da keskindi: Lafferty, Lafferty'deki deneylerini ş öyle anlatıyor: 1997a; Lafferty ve Morris, 1996.

109 Ama neden kuş lar: Lafferty, bu kuş lar gibi ev sahipleri iç in değ iş tokuş ları modellemektedir. Lafferty, 1992.

109 ç evrebilimci Greta Aeby tüplü dalış yapıyor: Aeby, 1992, 1998. 111 on
beş litre sıvı iç eriyorlar: Roberts ve Janovy, 2000.

111 Sürünün seyrelmesi bir yanılsamadır: Messier ve diğ erleri, 1989; Rau ve Caron, 1979.

115 Konağ ının cesedini cinsel bir mıknatıs haline getirir: Møller, 1993.

115 “Acaba neden titanlar…”: Heinlein'den alıntı, 1990, s. 205. 116 sanrısal parazitoz: Wykoff, 1987.

5 İ ç e Doğ ru Büyük Adım

122 Bulduğ u en yakın eş leş me: Apikoplastın keş fi ve kloroplastlarla iliş kisi iç in bkz. Kohler ve diğ erleri, 1997 ve buradaki referanslar. 125 DNA'larıyla birlikte ökaryotlar: Giardia gibi en ilkel ökaryotlardan bazılarında mitokondri eksiktir, ancak son gen dizilimi, organele orijinal olarak sahip olduklarını ve daha sonra evrimleri sırasında onu kaybettiklerini öne sürdü. (Örneğ in bkz. Hashimoto ve diğ erleri, 1998.) Bu sonuç lar ilk ökaryotların mitokondriye sahip olduğ una iş aret ediyor.

125 ökaryotlar ç ağ ının ş afağ ı: Knoll ve Carroll, 1999.

126 Parazitizm herhangi bir düzenlemedir: Dawkins, 1982. 127 genetik parazitler: Sherratt, 1995.

127 Bazıları ev sahibinden gen ç alar: Xiong ve Eickbush, 1990.

127 Örneğ in tatlı su nasıl olur: Robertson, 1997.

128 Sonunda genlerin koalisyonu örgütlendi: Hayatın baş langıcına iliş kin bu geliş igüzel vizyon iç in bkz. Woese, 1998.

128 Hayat muhtemelen bu sıralarda farklılaş maya baş ladı: Katz, 1998.

129 İ stilayla mücadele etmenin bedeli ise: Law, 1998.

129 Ancak biyologlar artık ş unu kabul ediyor: Doolittle, 2000.

129 Tam sekanslanmış türler arasında Rickettsia vardır: Muller ve Martin, 1999.

130 Milyar yıllık bu dram: Roos ve diğ erleri, 1999.

131 David Roos ve meslektaş ları spekülasyon yaptı: Waller ve diğ erleri, 1998.

131 Yaklaş ık 700 milyon yıl öncesine kadar değ ildi: Knoll ve Carroll, 1999.

131 Kısa bir süre sonra hayvanlar kıyıya ç ıktı: Zimmer, 1998. 131 En az elli kez diğ er hayvan soyları da aynı ş eyi yaptı: Poulin, 1998.

133 İ nsanlara saldırmak candiru'nun geç imini sağ lama ş ekli değ ildir: Kelley ve Atz, 1964.

133 Orada karınca Tetramorium'un yuvalarını bulabilirsiniz : Holldobler ve Wilson, 1990.

134 Örneğ in bazı kelebekler karıncaları kandırabilir: Akino ve diğ erleri, 1999.

135 Tek bir guguk kuş u hayata bir ötleğ enden ç ok daha büyük baş lar: Kilner ve diğ erleri, 1999.

136 Fetüs aynı dertlerle karş ı karş ıyadır: Villereal, 1997.

136 Bu ç atış ma ş öyle devam eder: Pennisi, 1998.

141 Parazitlerin baş ka bir deyiş le evrim hikayeleri vardır: Brooks nasıl kullanılacağ ını aç ıklıyor Brooks ve McLennan, 1993'te bu yöntem.

142 Tenyalar muhtemelen ilk kez evrimleş miş tir: Hoberg ve diğ erleri, 1999a.

144 Bolivya'nın dikenli ormanları keseli hayvanların evidir: Avustralya ile bağ lantıları nedeniyle

memeliler ve parazitler, bkz. Gardner ve Campbell, 1992.

145 Pterosaurlar gökyüzünü kuş larla paylaş maya baş ladı: Hoberg ve diğ erleri, 1999b.

146 Bu gerç ekleri en iyi uzlaş tıran senaryo: Brooks, 1992.

147 İ nsan tenyalarının en yakın akrabaları: Hoberg ve diğ erleri, 2000.

148 Suzanne Sukhdeo yakın akrabaları sıraladı: Sukhdeo ve diğ erleri, 1997.

148 Parazitologlar nematod türlerini karş ılaş tırdılar: Read ve Skorping, 1995. 149 "sıkıcı yan ürün.": Dawkins, 1990.

149 Bunlar safralardır: Safralara genel bir bakış iç in bkz. Shorthouse ve Roh-fritsch, 1992.

149 Bucknell Üniversitesi'nden Warren Abrahamson: Abrahamson, 1997.

151 Dieter Ebert adlı bir Alman evrimci biyolog: Ebert, 1994.

152 Ve oldukç a sık olarak, bu optimal virülans: Ebert ve Herre, 1996.

154 Biyolog Edward Herre incir arılarını inceledi: Herre, 1993.

155 Virülans yasaları da oluş turulmuş tur: Ewald, 1995.

6 İ ç eriden Evrim

157 "Doğ anın yüzünü görüyoruz...": Darwin'den alıntı, 1857, s. 116.

158 "Genç ken iyi, son 33 yıldır kötü.": Adler'den alıntı, 1997. 158 Chagas hastalığ ı vardı: Adler, 1989.

158 Chagas hastalığ ına Trypanosoma cruzi neden olur : Bastien, 1998.

158 Keneler ve bitler sadece ev sahiplerinin derisinde yaş ayabilirler: Mooring ve Hart, 1992.

159 Bu tür izleme bugün hala devam ediyor: Bingham, 1997.

160 AR Kraaijeveld, İ ngiltere'deki Imperial College: Kraaijeveld ve diğ erleri, 1998.

163 Sadece elli kuş akta: Lively, 1996.

167 Lively'nin net bir model görmesi uzun sürmedi: Lively, 1987.

167 Tek bir gölde parazitleri görebiliyorlardı: Fox ve diğ erleri, 1996.

168 Nijerya'da baş ka bir salyangoz yaş ıyor: Schrag ve diğ erleri, 1994a, 1994b.

168 Red Queen'in etkisi iç in en beklenmedik destek: Gemmill ve diğ erleri, 1997.

169 Sıç an derisine bulaş ıyor: Koga ve ark., 1999.

169 Baş ka bir deyiş le, Strongyloides yaş am döngüsünü tamamlayabilir: Viney, 1999.

170 Beş yıl boyunca o ve baş ka bir doktora sonrası öğ rencisi: Dybdahl ve Lively, 1998.

171 "Size diğ er yoldan yürümenizi tavsiye etmeliyim.": Bilim ile bilim arasındaki bu paralellik Literatür, Lythgoe ve Read, 1998'de güzel bir ş ekilde gözlemlendi.

172 Hamilton ve Zuk raporları bir araya topladı: Hamilton ve Zuk, 1982.

173 Pek ç ok testte - özellikle laboratuvar deneylerinde: Clayton, 1991.

173 Zuk, Güneydoğ u Asya'dan kırmızı orman tavuğ u üzerinde ç alış tı: Zuk ve diğ erleri, 1995.

173 Daha ayrıntılı bir ç alış mada, İ sveç li bilim adamları: Schantz ve diğ erleri, 1996.

173 Balıkta olan kesinlikle bu gibi görünüyor: Taylor ve diğ erleri, 1998.

174 Bağ ış ıklık ç alış maları Hamilton-Zuk hipotezini verir: Bkz. Møller, 1999.

175 Örneğ in fareler idrarın kokusunu alabilir: Kavaliers ve Colwell, 1995a, 1995b.

175 “Erkek fare kokusu…”: Penn ve Potts, 1998.

175 Arılar ç ok fazla seks yapıyor olabilir: Baer ve Schmid-Hempel, 1999.

176 Pek ç ok böcek, özellikle parazitleri savuş turmak iç in ş ekillendirilmiş tir: Gross, 1993.

176 Binlerce karınca türü: Feener ve Brown, 1997.

178 Memeliler sürekli olarak parazitlerin saldırısına uğ rar: Parazitlerin memeli sürüleri üzerindeki etkileri Hart, 1994, 1997; Hart ve Hart, 1994; Hart ve diğ ., 1992; Bağ lama ve Hart, 1992.

179 Orta Amerika'nın uluyan maymunları: Kiş isel iletiş im, Dr. Katherine Milton.

180 Yaprak yuvarlayan tırtılları düş ünün: Caveney ve diğ erleri, 1998.

180 Gübre yüzünden mesafelerini koruyorlar: Hart, 1997.

181 Koku parfüm gibidir: DeMoraes ve diğ erleri, 1998.

182 Bazıları yemek yemeyi bırakacak: Kyriazakis ve diğ erleri, 1998.

182 Yünlü ayılar, baş ka bir deyiş le: Karban ve English-Loeb, 1997.

182 Salyangozlara hala bir ay kazandıran: Minchella, 1985.

183 Hala cinsel olarak olgunlaş mamış bir salyangozun iç ine bir ş ans girerse: Lafferty, 1993b.

183 Sonoran ç ölünün meyve sinekleri parazitler tarafından saldırıya uğ radığ ında: Polak ve Starmer, 1998.

183 Kertenkeleler de kendi akarları tarafından eziyet görüyorlar: Sorci ve Clobert, 1995.

184 İ ş ç i bombus arıları günlerini uç arak geç irirler: Muller ve Schmid-Hempel, 1993.

184 Gübrede bir akciğ er kurdu yere düş tüğ ünde: Robinson, 1962.

186 İ zolasyondan yeni bir tür doğ uyor: Türleş meye iliş kin eriş ilebilir bir genel bakış iç in bkz. Weiner, 1994.

186 Birç ok farklı konakç ıyı tercih eden bir parazit: Kawecki, 1998.

187 Parazit soyları yok olmaya direnebilir: Bush ve Kennedy, 1994.

187 Bu yerel mücadele: Thompson, 1998.

187 Ve bu ev sahibi popülasyonları savaş ırken: Thompson, 1994.

188 Kesintiye uğ ramış bir gen aniden mümkün hale gelebilir: MacDonald, 1995.

188 Reseptörleri yapan genler: Roth ve Craig, 1998.

188 Ve genetik bir parazit kendini kabul ettirdikten sonra: DeBerardinis ve ark.

189 Wolbachia adlı bir bakteri : Bkz. Hurst, 1993; Hurst ve diğ ., 1999; Verren, 1998.

7 İ ki Ayaklı Ev Sahibi

192 En iyi Trichinella iç in ç alış ılmış tır : Bell, 1998.

194 Salyangozdan fareye yüzen bir kan kelebeğ i: Despres ve diğ erleri, 1992.

194 İ nsanların geride bıraktığ ı tripanozomlar: Stevens ve Gibson, 1999.

195 O ilk günlerde parazitler en iyisini yaptı: Hill ve diğ erleri, 1994.

195 Kedileri ve fareleri dünyanın ç oğ u yerine yayarak: Cox, 1994.

195 And Dağ ları boyunca, İ nkaların inş a ettiğ i evler: Bastien, 1998.

196 Sıtma taş ıyan sivrisinekler: Bruce-Chwatt ve de Zulueta, 1980.

196 Beta zincirinde bir tür mutasyon: Friedman ve Trager, 1981.

197 Ovalositoz olarak adlandırılan bu bozukluk: Jarolim ve ark., 1991; Schofield ve diğ erleri, 1992.

197 Antik ç ağ ın az sayıdaki aç ık iş aretlerinden biri: Senok ve diğ erleri, 1997.

198 Ve İ srail'deki arkeologlar kemikler buldular: Hershokovitz ve Edelson, 1991.

199 Bu hafif sıtma vakaları ç ocukları aş ılar: Miller, 1996.

199 1990'da Bobbi Low adlı bir biyolog: Düş ük, 1990.

199 İ ş aretler de görünmeyebilir: Penn ve Potts, 1998.

200 Robin Dunbar'a göre: Dunbar, 1996.

201 Hasta ş empanzeler bazen garip yiyecekler ararlar: Huffman, 1997.

203 "İ lk kez ekonomik olarak uluslar iç in uygulanabilir...": Russell'dan alıntı, 1955, s. 158.

203 İ nsanlardan daha fazla insan bağ ırsak solucanı var: Bu istatistikler Crompton, 1999.

203 Kancalı kurt ve kırbaç kurdu gibi parazitler: Nokes ve diğ erleri, 1992. 204 engelliliğ e ayarlanmış yaş am yılı: Chan, 1997.

205 Gine solucanlarının korkunç durumunu düş ünün: Crompton, 1999; Periler ve Cairncross, 1997.

205 On yedi milyon kiş i parazit taş ıyor: Crompton, 1999.

206 Nehir körlüğ ü olan bir kiş i ilacı alırsa: Meredith ve Dull, 1998.

207 Dev barajlar inş a edildiğ inde: Roberts ve Janovy, 2000.

207 Klorokin sıtmayı iyileş tirir: Ginsburg ve diğ erleri, 1999.

207 Artık dünyanın büyük bir bölümü sıtma barındırıyor: Direnç li sıtmanın yayılmasının izleri Su ve diğ erleri, 1997'de izleniyor.

209 Dünya Sağ lık Örgütü düzenledi: Wilson ve Coulson, 1998.

209 1998'de insan denemeleri baş ladı: Shi ve diğ erleri, 1999.

211 Bu tesadüfler kaç tane olduğ unu algılayabilir: Haseeb ve diğ erleri, 1998.

211 Aş ı o zaman muhtemelen daha fazla zarar verebilir: Good ve ark., 1998.

211 Bilim adamları fazladan doz verirlerse bunu bulmuş lardır: Wynn ve ark., 1995.

212 İ nsanlar bağ ış ıklık sistemlerini öyle aş ılasınlar ki: Haseeb ve ark., 1998.

212 Virülans teorisinin mimarlarından biri: Ewald, 1994.

214 1997'de, Iowa Üniversitesi'ndeki bilim adamları: Newman, 1999.

214 Parazitsiz yaş amak da sorumlu olabilir: Bell, 1996; Lynch ve diğ erleri, 1998.

8 Asalak Bir Dünyada Nasıl Yaş anır?

216 "Dünya ne zaman ş eklini değ iş tirse...": Farley'den alıntı, 1977, s. 38.

218 Bilim adamları ilk olarak parazit kullanmayı düş ündüler: Biyolojik kontrol üzerine iki inceleme—ikisi de kritik—Howarth, 1991; ve Simberloff ve Stiling, 1996.

220 Örneğin, Afrika'nın çoğunu kurtarmış olabilir: Manyok unlu bit kontrol programının başarısı Herren ve Neuenschwander, 1991'de gözden geçirilmiştir.

231 Hawaii ormanları birini temsil eder: Howarth, 1991.

232 Amerika Birleşik Devletleri'nde, örneğin: Boettner.

233 Ama okyanustaki parazitleri kullanmaya çalışıyorsanız: Lafferty, Lafferty ve Kuris, 1996'da deniz biyolojik kontrolünün tehdidini ve vaadini tartışır.

238 Keneler kanımıza da müdahale edebilir: Durden ve Keirans, 1996.

239 Sadece 1999'da bir biyolog izole etti: Morell, 1999.

240 Ekosistem biraz insana benzer: Ekosistem sağlığına giriş için bkz. Constance ve diğerleri, 1992.

241 Parazitler aslında bir işarettir: Parazitler ve ekolojik sağlık hakkında genel bir bakış için bkz. Lafferty, 1997b.

241 Kanadalı çevrebilimci kireç ekledi: Marcogliese ve Cone, 1997.

242 Tenya yüzlerce kez taşıyabilir: Sures ve ark., 1999.

243 Çiftçiler sığırlarını ve koyunlarını aşırı otlattığında: Grenfell, 1992. 244 Gaia adı verilen ve bazı bilim adamlarının benimsediği bir kavram: Volk, 1998.

Ek Okuma ve Seç ilmiş Kaynakç a

Parazitolog Robert Desowitz, parazitler hakkında bu kitapta kullanılandan daha tıbbi bir bakış aç ısıyla birç ok popüler kitap yazmış tır (bkz. Desowitz, 1983; Desowitz, 1991; Desowitz, 1997). Alaycı, kapsamlı bir parazitoloji ders kitabı iç in (Hunter Thompson'dan bir kitabeyle gelen türden), bkz. Roberts ve Janovy, 2000. Parazitlerin evrimi ve ekolojisine kısa bir bakış , Poulin, 1998'de bulunabilir.

Mark Ridley, aynı adlı kitabında (Ridley, 1993) Kırmızı Kraliç e de dahil olmak üzere cinsel seç ilimin etkilerinden bahseder.

Abrahamson, WG 1997. Üç trofik düzeyde evrimsel ekoloji: Altınbaş aklar, safra yapıcılar ve doğ al düş manlar; Nüfus biyolojisinde monografiler. Princeton: Princeton Üniversitesi Yayınları.

Adamo, SA 1998. Tütün boynuzlu kurdunda (Manduca sexta) beslenmenin baskılanması: asalak eş ekarısı Cotesia congregata'nın maliyetleri ve faydaları. Kanada Zooloji Dergisi 76:1634–1640.

Adler, C. 1989. Darwin'in hastalığ ı. İ srail Tıp Bilimi Dergisi 25:218–221.

Adler, J. 1997. Darwin'in düello teş hisleri. Amerikan Tıp Dergisi İ liş kilendirme 277:1275.

Aeby, GS 1992. Bir mercan ara konakç ısının yenilenme yeteneğ inin, onun bir deniz parazitiyle iliş kisinin evrimi üzerindeki potansiyel etkisi. Yedinci Uluslararası Mercan Resifi Sempozyumu Tutanakları, Guam 2:809–815.

______. 1998. Deneysel olarak Podocotyloides stenometra olarak tanımlanan resif mercanından bir digenean metacercaria, Porites compacta. Journal of Parasitology 84:1259–1261.

Akino, T., JJ Knapp, JA Thomas ve GW Elmes. 1999. Myrmica karınca kolonilerinin sosyal bir paraziti olan Maculinea isyancı kelebeğ inde kimyasal taklit ve konak özgüllüğ ü. Londra Kraliyet Cemiyeti Tutanakları B 266:1419–1426.

Anderson, RA, JC Koella ve H. Hurd. 1999. Plasmodium yoelii nigeriensis enfeksiyonunun sporogonik döngü boyunca Anopheles stephensi Liston'un beslenme dayanıklılığ ı üzerindeki etkisi. Londra Kraliyet Cemiyeti Tutanakları B 266: 1729–1734.

Baer, B. ve P. Schmid-Hempel. 1999. Çok kocalılıkta deneysel varyasyon, bir yaban arısında parazit yüklerini ve zindeliğ i etkiler. Doğ a 397:151–154.

Barry, JD 1997. Afrika tripanozomlarında antijenik varyasyonun biyolojisi. Trypanosomiasis ve leishmaniasis'te: Biyoloji ve kontrol, düzenleyen G. Hide, JC Mottram, GH Coombs ve P. Holmes. New York: CAB Uluslararası.

Basch, PF 1991. Ş istozomlar: Geliş me, üreme ve ev sahibi iliş kileri. Yeni York: Oxford University Press.

Bastien, JW 1998. Ölüm öpücüğ ü: Amerika'da Chagas hastalığ ı. Tuz Gölü ş ehri:

Utah Üniversitesi Yayınları.

Beckage, NE 1997. Asalak yaban arısının gizli silahı. Bilimsel amerikalı 277(5):82–87.

______. 1998. Parazitoitler ve polidnavirüsler. BioScience 48(4):305–311.

Bell, RG 1996. IgE alerjileri ve helmint parazitleri: Eski bir muamma üzerine yeni bir bakış açısı. İmmünoloji ve Hücre Biyolojisi 74:337–345.

______. 1998. Laboratuvar kemirgenlerinde Trichinella spiralis'e karşı bağışıklığın oluşumu ve ifadesi. Parazitolojideki Gelişmeler 41:159–217.

Benz, GW Hazırlanıyor. Sifonostome parazitlerinin evrimsel biyolojisi omurgalılar (Siphonostomatoida: Copepoda).

Berdoy, M., JP Webster ve DW Macdonald, 2000. Toxoplasma gondii ile enfekte farelerde ölümcül çekim. Londra Kraliyet Cemiyeti Bildirileri B, basında.

Berenbaum, MR ve AR Zangerl. 1998. Bir bitki ve onun otçul böcekleri arasındaki kimyasal fenotip eşleşmesi. Ulusal Bilimler Akademisi Tutanakları 95:13743–13478.

Bingham, PM 1997. Hayvanlara baskılama geliyor. Hücre 90:385–387.

Bird, DM 1996. Konak gen ifadesinin kök-ur nematodları tarafından manipüle edilmesi. Journal of Parasitology 82:881–888.

Blankespoor, CL, PW Pappas ve T. Eisner. 1997. Böcek Tenebrio molitor'un kimyasal savunmasının, tenya Hymenolepis diminuta'nın metasestodları (sistiserkoidler) tarafından bozulması. Parazitoloji 115:105–110.

Bloom, BR 1979. Parazitlerin oynadığı oyunlar: Parazitler bağışıklık denetiminden nasıl kaçar? Doğa 279:21–26.

Boettner, GH, JS Elkington ve CJ Boettner, 2000. Satürn güvelerinin hedef olmayan üç doğal türü üzerinde biyolojik kontrol uygulamasının etkisi. Koruma Biyolojisi, baskıda.

Bogdan, C. ve M. Rollinghoff. 1999. Protozoan parazitler içeride nasıl hayatta kalır? makrofajlar? Parazitoloji Bugün 15:22–28.

Borst, P., W. Bitter, P. Blundell, M. Cross, R. McCulloch, G. Rudenko, MC Taylor ve F. van Leeuwen. 1997. Trypanosoma brucei'nin varyant yüzey glikoproteinleri için ekspresyon bölgeleri. Trypanosomiasis and leishmaniasis: Biology and control, G. Hide, JC Mottram, GH Coombs ve P. Holmes tarafından düzenlendi. New York: CAB Uluslararası.

______, R. McCulloch, F. Van Leeuwen ve G. Rudenko. 1995. Antijenik varyasyon sıtma. Hücre 82:1–4.

Bowler, PJ 1983. Darwinizm'in tutulması. Baltimore: Johns Hopkins Üniversitesi Basmak.

Brennan, W. 1995. Savunmasızları insanlıktan çıkarmak: Kelime oyunları can aldığında. Chicago: Loyola University Press.

Brodeur, J. ve LEM Vet. 1994. Ev sahibi davranışının asalak bir yaban arısı tarafından gasp edilmesi. Hayvan Davranışı 48:187–192.

Brooks, DR 1992. Helmintin kökenleri, çeşitliliği ve tarihsel yapısı

neotropik tatlı su vatozlarında (Potamotrygonidae) yaş ayan fauna. Parazitoloji Dergisi 78(4):588–595.

______, ve Deborah A. McLennan. 1993. Parascript: Parazitler ve dili evrim. Washington: Smithsonian Enstitüsü Yayınları.

Brown, J. 1898. Asalak servet veya para reformu: Amerika Birleş ik Devletleri halkına ve dünya iş ç ilerine bir manifesto. New York: Charles Kerr & Co.

Bruce-Chwatt, LJ ve J. de Zulueta. 1980. Avrupa'da sıtmanın yükseliş i ve düş üş ü. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları.

Bush, AO ve CR Kennedy. 1994. Ev sahibi parç alanması ve helmint parazitleri: Bahislerinizi yok olmaya karş ı korumak. Uluslararası Parazitoloji Dergisi 24:1333–1343.

Campbell, WC, ed. 1983. Trichinella ve trichinosis. New York: Genel Kurul.

Capo, VA, DD Despommier ve RI Polvere. 1998. Trichinella spiralis: Vasküler endotelyal büyüme faktörü, oluş umunun erken safhasında hemş ire hücresi iç inde yukarı regüle edilir. Parazitoloji Dergisi 84(2):209–214.

Caveney, S., H. Mclean ve D. Surry. 1998. Bir kaptan tırtılın dış kısı basınç la tahrik edilir. Deneysel Biyoloji Dergisi 201:121–133.

Chan, MS 1997. Bağ ırsak nematod enfeksiyonlarının küresel yükü - elli yıl sonra. Parazitoloji Bugün 13(11):438–443.

Clayton, DH 1991. Parazitlerin konakç ı cinsel seç ilim üzerindeki etkisi. parazitoloji Bugün 7(12):329–334.

Collis, SA ve G. Walker. 1994. Sacculina carcini'nin (Crustacea: Cirripedia: Rhizocephala) naupiler evrelerinin morfolojisi. Acta Zoologica 75(4):297–303.

Costanza, R., BG Norton ve BD Haskell, editörler. 1992. Ekolojik sağ lık: Çevre yönetimi iç in yeni hedefler. Washington, DC: Ada Basını.

Cox, FEG 1994. Sporozoanın evrimsel geniş lemesi. Uluslararası Dergisi Parazitoloji 24:1301–1316.

Crompton, DWT 1999. Dünyada ne kadar insan helmintiyazı var? Parazitoloji Dergisi 85:397–403.

Curtis, LA 1987. Bir parazit tarafından değ iş tirilmiş bir nehir ağ zı salyangozunun dikey dağ ılımı. Doğ a 235:1509–1511.

______. 1990. Parazitizm ve intertidal gastropod bireylerinin hareketi. Biyolojik Bülten 179:105–112.

Damian, R. 1987. Konak bağ ış ıklık tepkilerinin parazitler tarafından kullanılması. Parazitoloji Dergisi 73(1):1–13.

Damon, C. 1997. Parazitin maskesi. Ann Arbor: Michigan Üniversitesi Yayınları.

Darwin, C. 1857. Türlerin kökeni. Londra: John Murray.

Dawkins, R. 1982. Geniş letilmiş fenotip: Seç im birimi olarak gen. Yeni York: WH Freeman.

______. 1990. Parazitler, istenen listeler ve organizma paradoksu. Parazitoloji 100:S63–S73.

Day, JF ve JD Edman. 1983. Sıtma, fareleri sivrisinek beslemeye duyarlı hale getiriyor

gametositlerin en bulaş ıcı olduğ u zaman. Parazitoloji Dergisi 69:163–170.

DeBerardinis, RJ, JL Goodier, EM Ostertag ve HH Kazazian. 1998. Bir retrotranspozon alt ailesinin hızlı amplifikasyonu, fare genomunu geliş tiriyor. Nature Genetics 20:288–290.

DeMoraes , CM , Lewis WJ , Pare PW , Alborn HT ve Tumlinson JH . 1998. Otç ul istilasına uğ ramış bitkiler seç ici olarak parazitoitleri ç eker. Doğ a 393:570–573.

Desmond, A. ve J. Moore. 1991. Darwin: Acı ç eken bir evrimcinin hayatı. Yeni York: WW Norton.

Desowitz, RS 1983. Yeni Gine tenyaları ve Yahudi büyükanneler. New York: W. W. Norton.

______. 1991. Sıtma kaparileri. New York: WW Norton.

______. 1997. Pinta'yı Santa Maria'ya kim verdi? New York: WW Norton.

Despommier, DD 1990. Trichinella spiralis: Virüs olabilecek solucan. Parazitoloji Bugün 6(6):193–196.

Despres, L., D. Imbert-Establet, C. Combes ve F. Bonhomme. 1992. İ nsansı evrimi ş istozomların yakın zamandaki radyasyonuna bağ layan moleküler kanıtlar (Platyhelminthes: Trematoda). Moleküler Filogenetik ve Evrim 1:295–304.

DeVries, MC, D. Rittschof ve RB Forward. 1989. Rhizocephalan parazitli yengeç lerin, yengeç larvası salgılayan feromonların analoglarına tepkisi. Journal of Crustacean Biology 9:517–524.

Dobson, A. 1995. Serengeti ve Ngorongoro koruma alanındaki sığ ır vebası virüsünün ekolojisi ve epidemiyolojisi. Serengeti II'de: Bir ekosistemin dinamikleri, yönetimi ve korunması, ARE Sinclair ve P. Arcese tarafından düzenlendi. Chicago: Chicago Üniversitesi Yayınları.

Doolittle, WF 2000. Hayat ağ acını kökünden sökmek. Scientific American 282:90–95.

Drummond, H. 1883. Manevi dünyada doğ al hukuk. Londra: Hodder ve Stoughton.

Dunbar, R. 1996. Bakım, dedikodu ve dilin evrimi. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Durden, LA ve JE Keirans. 1996. Konak-parazit birlikte yok oluş u ve kene korumanın kötü durumu. Amerikan Entomolog (Yaz): 87–91.

Dushay, MS ve NE Beckage. 1993. Cotesia congregata ile iliş kili polydnavirus etkilerinin doza bağ ımlı ayrılması Manduca sexta larva geliş imi ve bağ ış ıklığ ı üzerinde. Böcek Fizyolojisi Dergisi 39(12):1029–1040.

Dybdahl, MF ve CM Lively. 1998. Konak-parazit birlikte evrimi: Doğ al bir popülasyonda nadir avantaj ve zaman gecikmeli seç ilim iç in kanıt. Evrim 52(8):1057– 1066.

Eberhard, WG 1990. Bakteriyel plazmitlerde evrim ve seç ilim seviyeleri. Üç Aylık Biyoloji İ ncelemesi 65:3–22.

Ebert, D. 1994. Yatay olarak bulaş an bir parazitin virülansı ve lokal adaptasyonu. Bilim 265:1084–1088.

______, ve EA Herre. 1996. Paraziter hastalıkların evrimi. Parazitoloji Bugün

12(3):96–101.

Evans, WS, MC Hardy, R. Singh, GE Moodie ve JJ Cote. 1992. Fare tenyası Hymenolepis diminuta'nın ara konağ ı Tribolium confusum'un koprofajik aktivitesi üzerindeki etkileri. Kanada Zooloji Dergisi 70:2311–2314.

______, A. Wong, M. Hardy, RW Currie ve D. Vanderwel. 1998. Tenya Hymenolepis diminuta tarafından ara konağ ı Tribolium confusum'un yiyecek aramasını yönlendirmek iç in kullandığ ı faktörün uç ucu bir cezbedici olduğ una dair kanıt. Journal of Parasitology 84:1098–1101.

Ewald, PW 1994. Bulaş ıcı hastalığ ın evrimi. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları.

______. 1995. Virulansın evrimi: Parazitoloji ve ekoloji arasında birleş tirici bir bağ lantı. Parazitoloji Dergisi 81(5):659–669.

Farley, J. 1972. Kendiliğ inden nesil tartış ması (1700–1860): Parazit solucanların kökeni. Journal of the History of Biology 5(1):95–125.

______. 1977. Descartes'tan Oparin'e spontan nesil tartış ması. Baltimore: Johns Hopkins Üniversitesi Yayınları.

Feener, DH ve BV Brown. 1997. Parazitoid olarak Diptera. Yıllık Gözden Geç irme Entomoloji 42:73–97.

Foley, M. ve L. Tilley. 1995. Evde iyileş tirmeler: Sıtma ve kırmızı kan hücresi. Parazitoloji Bugün 11(11):436–439.

______. 1998. Sıtma ile enfekte eritrositlerde protein kaç akç ılığ ı. Uluslararası Dergisi Parazitoloji 28:1671–1680.

Foster, WD 1965. Parazitoloji tarihi. Edinburg: E. & S. Livingstone.

Fox, JA, MF Dybdahl, J. Jokela ve CM Lively. 1996. Bir tatlı su salyangozunda (Potamopyrgus antipodarum) bir arada var olan cinsel ve klonal alt popülasyonların genetik yapısı. Evrim 50:1541–1548.

Friedman, MJ ve W. Trager. 1981. Sıtmaya karş ı direncin biyokimyası. Scientific American (Mart):156–164.

Fuhrman, JA 1999. Deniz virüsleri ve bunların biyojeokimyasal ve ekolojik etkileri. Doğ a 399:541–548.

Gardner, SL ve ML Campbell. 1992. Biyoç eş itlilik iç in sonda olarak parazitler. Günlük Parazitoloji 78(4):596–600.

Gemmill, AW, ME Viney ve AF Read. 1997. Konağ ın bağ ış ıklık durumu belirlenir parazit bir nematodda cinsellik. Evrim 51(2):393–401.

Gilbert, J., E. Mouchel-Vielh ve JS Deutsch. 1997. Midyelerin evrimi sırasında kazınmış ç oğ altma olayları. Journal of Molecular Evolution 44:585–594.

Ginsburg, H., SA Wray. ve PG Bray. 1999. Entegre bir klorokin eylemi modeli. Parazitoloji Bugün 15:357–360.

Glenner, H. ve JT Hoeg. 1995. Konakta yer alan yeni bir hareketli, ç ok hücreli aş ama parazitik kıskaç ların (Rhizocephala) istilası. Doğ a 377:147–150.

______, A. Klysner ve B. Brodin Larsen. 1989. Yedi asalak kıskaç ailesinde (Crustacea: Cirripedia: Rhizocephala) Cypris ultrastrüktürü, baş kalaş ımı ve cinsiyeti. Acta Zoologica 23:229–242.

Machine Translated by Google

______, JT Høeg, JJ O'Brien, TD Sherman, 2000. Parazitik midye Loxothylacus texanus ve L. panopaei'de (Sacculinidae) istilacı vermigon aş aması: rizosefal yaş am döngüsünün kapanması. Deniz Biyolojisi, baskıda.

İ yi, MF, DC Kaslow ve LH Miller. 1998. Bir sıtma kan evresi aş ısı geliş tirmek iç in yollar ve stratejiler. Yıllık İ mmünoloji İ ncelemesi 16:57–87.

Grenfell, BT 1992. Parazitizm ve toynaklı otlatma sistemlerinin dinamikleri. bu American Naturalist 139:907–929.

Gross, P. 1993. Böceklerin parazitoidlere karş ı davranış sal ve morfolojik savunmaları. Yıllık Entomoloji İ ncelemesi 38:251–73.

Grove, DI 1990. İ nsan helmintolojisinin tarihi. Londra: CAB Uluslararası.

Hamilton, WD ve M. Zuk. 1982. Kalıtsal gerç ek zindelik ve parlak kuş lar: Bir rol parazitler? Bilim 218:384–387.

Harris, ARC, RJ Russell ve AD Charters. 1984. Batı Avustralya'daki göç menlerde schistosomiasis'in gözden geç irilmesi, Schistosoma mansoni'nin olağ andış ı uzun ömürlülüğ ünü gösteriyor. Kraliyet Tropikal Tıp ve Hijyen Derneğ i Tutanakları 78:385–388.

Hart, BL 1994. Parazitlere karş ı davranış sal savunma: Parazit istilacılığ ı ile etkileş im. Parazitoloji 109:S139–S151.

______. 1997. Davranış sal savunma. Konak-parazit evriminde: Genel ilkeler ve kuş DH Clayton ve J. Moore tarafından düzenlenen modeller. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları.

______, ve LA Hart. 1994. Asya filleri tarafından uç değ iş tirme: Kontrol iç in alet kullanımı parazitler. Hayvan Davranış ı 48:35–45.

______, LA Hart, MS Mooring ve R. Olubayo. 1992. Antiloplarda tımarlama davranış ının biyolojik temeli: Vücut büyüklüğ ü, uyanıklık ve habitat ilkeleri. Hayvan Davranış ı 44:615–631.

Hartl, DL, AR Lohe ve ER Lozovskaya. 1997. Eski bir denizci üzerine modern düş ünceler: iş lev, evrim, düzenleme. Yıllık Genetik İ ncelemesi 31:337–358.

Hartnoll, RG 1967. Sakkülinid parazitlerin iki Jamaika yengeci üzerindeki etkileri. Günlük Linnean Society (Zoology) 46:275–295.

Harwood, CL, IS Young, DL Lee ve JD Altringham. 1996. Trichinella spiralis enfeksiyonunun memeli diyaframının mekanik özellikleri üzerindeki etkisi. Parazitoloji 113:535–543.

Haseeb, MA, NR Bergquist, LK Eveland ve RC Eppard. 1998. Schistosomiasis'e karş ı aş ılama: İ lerleme, beklentiler ve yeni yaklaş ımlar. Dokuzuncu Uluslararası Parazitoloji Kongresi'nde okunan bildiri, 1998, Chiba, Japonya.

Hashimoto, T., LB Sanchez, T. Shirakura, M. Muller ve M. Hasegawa. 1998. Giardia lamblia ve Trichomonas vaginalis'te ikincil mitokondri yokluğ u, valyl-tRNA sentetaz filogenisi ile ortaya ç ıktı. Ulusal Bilimler Akademisi Tutanakları 95:6860–6865.

Heinlein, RA 1990. Kukla ustaları. New York: Ballantine Kitapları.

Helluy, S. ve JC Holmes. 1989. Serotonin, oktopamin ve Gammarus'ta parazit Polymorphus paradoxus'un (Acanthocephala) neden olduğ u yapış ma davranış ı

lacustris (kabuklu). Kanada Zooloji Dergisi 68:1214–1220.
Herre, EA 1993. Popülasyon yapısı ve nematodda virülansın evrimi incir arılarının parazitleri. Bilim 259:1442–1445.
Herren, İ K ve P. Neuenschwander. 1991. Manyok zararlılarının biyolojik kontrolü Afrika. Yıllık Entomoloji İ ncelemesi 36:257–283.
Hershokovitz, I. ve G. Edelson. 1991. Tespit edilen ilk talasemi vakası? İ nsan Evrim 6(1):49–54.
Hill, AVS, SNR Yates, CEM Allsopp, S. Gupta, SC Gilbert, A. Lalvani, M. Aidoo, M. Davenport ve M. Plebanski. 1994. İ nsan lökosit antijenleri ve sıtmaya bağ lı doğ al seç ilim. Londra Kraliyet Cemiyeti Tutanakları B 346:378–385.

Hitler, A. 1971. Kavgam. Çeviren: Ralph Manheim. Boston: Houghton Mifflin Ş irket.
Hoberg, EP, SL Gardner ve RA Campbell. 1999a. Eucestoda Sistematiğ i: Yeni bir filogenetik paradigmaya doğ ru ilerlemeler ve tenyaların ve omurgalıların erken ç eş itlendirilmesi üzerine gözlemler. Sistematik Parazitoloji 42:1–12.
______, A. Jones ve RA Bray. 1999b. Omurgalılarda birlikte evrim iç in yeni hipotezlerle karş ılaş tırmalı morfolojiye dayalı Cyclophyllidea (Eucestoda) familyaları arasında filogenetik analiz. Systematic Parasitology 42:51–73 RL Rausch., K. Eom ve SL Gardner. 2000. Taenia (Cyclophyllidea: Taeniidae)
______, cinsine ait türler iç in filogenetik bir hipotez. Parazitoloji Dergisi, baskıda.

Hoeg, JT 1985a. Asalak kaya midyesi Lernaeodiscus porcellanae'de (Muller) (Crustacea: Cirripedia: Rhizocephala) Cypris yerleş imi, kentrogon oluş umu ve konukç u istilası. Acta Zoologica 66:1–45.

______. 1985b. Clistrosaccus paguri Lilljeborg'da erkek kıbrıs yerleş imi (Crustacea: Cirripedia: Rhizocephala). Deneysel Deniz Biyolojisi ve Ekoloji Dergisi 89:221–235.

______.. 1987. Asalak midye Sacculina carcini'de (Crustacea: Cirripida: Rhizocephala) erkek cypris baş kalaş ımı ve yeni bir erkek larva formu olan trichogon. Londra Kraliyet Cemiyeti'nin Felsefi İ ş lemleri B 317:47–63.
______. 1992. Rhizocephala. Omurgasızların mikroskobik anatomisinde. New York: Wiley Liss.

______. 1995. Rhizocephala'nın (Cirripedia) biyolojisi ve yaş am döngüsü. Dergisi Birleş ik Krallık Deniz Biyolojisi Derneğ i 75:517–550.
Hölldobler, B. ve EO Wilson. 1990. Karıncalar. Cambridge: Harvard University Press.
Hotez, P., J. Hawdon ve M. Cappello. 1995. Ancyclostoma kancalı kurtlarının moleküler istila mekanizmaları. JC tarafından düzenlenen Parazitolojiye Moleküler Yaklaş ımlar'da Boothroyd ve R. Komuniecki. New York: Wiley-Liss.
______, ve DJ Prichard. 1995. Kancalı kurt enfeksiyonu. Scientific American 272(Haziran):68–74.

Howarth, FG 1991. Klasik biyolojik kontrolün ç evresel etkileri. Yıllık

Entomology 36:485–509'un Gözden Geç irilmesi.

Huffman, MA 1997. Primatlarda kendi kendine tedavi iç in mevcut kanıtlar: Çok disiplinli bir bakış açısı. Fiziksel Antropoloji Yıllığı 40:171–200.

Hurd, H. 1998. Böcek üremesinin parazit manipülasyonu: Kim yararlanır? Parazitoloji 116(Ek):S13–21.

Hurst, GDD, FM Jiggins ve JH Graf von der Schulenbeurg. 1999. İki böcek türünde erkek öldüren Wolbachia. Londra Kraliyet Cemiyeti Tutanakları B 266:735–740.

Hurst, LD 1993. Sitoplazmik cinsiyet oranı bozucularının vakaları, mekanizmaları ve evrimi. Cambridge Philosophical Society'nin Biyolojik İncelemeleri 68:121–193.

James, AA ve PA Rossignol. 1991. Sivrisinek tükürük bezleri: Parazitolojik ve moleküler yönler. Parazitoloji Bugün 7:267–271.

Janeway, CA ve P. Travers. 1994. İmmünobiyoloji: Sağlıkta ve hastalıkta bağışıklık sistemi. Londra: Current Biology, Ltd.

Jarolim , P , J Palek , D Amato , K Hassan , P Sapak , GT Nurse , HL Rubin , S Zhai , K . E. Sahr ve S. Liu. 1991. Sıtmaya dirençli Güneydoğu Asya ovalositozunda eritrosit bandı 3 geninde silme. Ulusal Bilimler Akademisi Tutanakları 88:11022–11026.

Karanja, DMS, DG Colley, BL Nahlen, JH Ouma ve WE Secor. 1997. Batı Kenya'da schistosomiasis çalışmaları: I. Schistosoma mansoni ve insan immün yetmezlik virüsü koenfeksiyonlu hastalardan şistozom yumurtalarının immün sistemle kolaylaştırılmış atılımına dair kanıtlar. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 56(5):515–521.

Karban, R. ve G. English-Loeb. 1997. Tachinid parazitoitleri, tırtılın hayatta kalmasını artırmak iç in tırtılların konukçu bitki seç imini etkiler. Ekoloji 78:603–611.

Katz, LA 1998. Ökaryotların kökenine ilişkin değişen bakış açıları. Ekolojideki Eğilimler ve Evrim 13:493–497.

Kavaliers, M. ve D. Colwell. 1995a. Dişi fareler tarafından parazitlenmiş ve parazitlenmemiş erkeklerin kokuları arasında ayrım yapılması. Londra Kraliyet Cemiyeti Tutanakları B 261:31–35.

______. 1995b. Parazitlenmiş erkeklerin kokuları, dişi farelerde caydırıcı tepkilere neden olur. Hayvan Davranışı 50:1161–1169.

Kawecki, TJ 1998. Red Queen, Santa Rosalia ile tanışıyor: Parazitik yaşam tarzlarına sahip organizmalarda silahlanma yarışları ve konak spesifikasyonunun evrimi. American Naturalist 152:635–651.

Kazazian, HH ve JV Moran. 1998. L1 retrotranspozonlarının insan genomu. Doğa Genetiği 19:19–24.

Kelley, Bİ Z ve JE Atz. 1964. Japon balıklarından kan emebilen bir pygidiid yayın balığı. Kopenhag (4):702–704.

Kennedy, CR ve JF Guegan. 1996. Anguilla anguilla'nın bağırsak helmint topluluklarındaki nişlerin sayısı: Parazitler iç in yeterli alan var mı? Parazitoloji 113:293–302.

Kilner, RM, DG Noble ve NB Davies. 1999. Ebeveyn-yavru iletişiminde ihtiyaç sinyalleri ve bunların guguk kuşu tarafından sömürülmesi. Doğa 397:667–672.

Knoll, AH ve SB Carroll. 1999. Erken hayvan evrimi: Ortaya çıkan görüşler karşılaştırmalı biyoloji ve jeoloji. Bilim 284:2129–2137.

Koella, JC 1999. Anofelin sivrisinekleri ve sıtma parazitleri arasındaki etkileşimlerin evrimsel bir görünümü. Mikroplar ve Enfeksiyon 1:303–308.

______, P. Agnew ve Y. Michalakis. 1998a. Ev sahibi arasındaki birlikte evrimsel etkileşimler yaşam öyküleri ve parazit yaşam döngüleri. Parazitoloji 116:S47–S55.

______, FL Sorensen ve RA Anderson. 1998b. Sıtma paraziti Plasmodium falciparum, sivrisinek vektörü Anopheles gambiae'nin çoklu beslenme sıklığını artırır. Londra Kraliyet Cemiyeti Tutanakları B 265:763–768.

Koga, M., A. Ning ve I. Tada. 1999. Strongyloides ratti: 35S-methinonine etiketlemesinden sonra tüm vücut otoradyografisi ile sıçanlarda üçüncü aşama larvalarının göççalışması. Parazitoloji Dergisi 85:405–409.

Kohler, S., CF Delwiche, PW Denny, LG Tilney, P. Webster, RJM Wilson, JD Palmer ve DS Roos. 1997. Apicomplexan parazitlerinde muhtemelen yeşil alg kaynaklı bir plastid. Bilim 275:1485–1488.

Kraaijeveld, AR, JJM Van Alphen ve HCJ Godfray. 1998. Konak direnci ve parazitoid virülansın birlikte evrimi. Parazitoloji 116(Ek):S29–S45.

Krasnoff, SB, DW Watson, DM Gibson ve EC Kwan. 1995. Entomopatojenik mantar Entomophthora muscae'nin ev sahibi Musca domestica üzerindeki davranışsal etkileri: Ölen konakçılarda postural değişiklikler ve kapılı ölüm kalıpları. Böcek Fizyolojisi Dergisi 41(10):895–903.

Kuris, AM ve KD Lafferty. 1994. Topluluk yapısı: Salyangoz konakçılarında larva trematodları. Yıllık Ekoloji ve Sistematik İncelemesi 25:189–217.

Kyriazakis, I., BJ Tolkamp ve MR Hutchings. 1998. Parazitik enfeksiyonlar sırasında anoreksiya oluşumu için işlevsel bir açıklamaya doğru. Hayvan Davranışı 56:265–274.

Lafferty, KD 1992. Parazitler tarafından değiştirilmiş avlarda yiyecek arama. American Naturalist 140:854–867.

______. 1993a. Parazitik kastrasyonun deniz salyangozu Cerithidea californica'nın büyümesi, üremesi ve popülasyon dinamikleri üzerindeki etkileri. Deniz Ekolojisi İlerleme Serisi 96:229–237.

______. 1993b. Deniz salyangozu Cerithidea californica daha küçük boyutlarda olgunlaşır. parazitlik yüksektir. Oikos 68:3–11.

______. 1997a. Tuzlu bataklık ekosistemindeki parazitlerin ekolojisi. Parazitler ve patojenler: Konak hormonları ve davranışı üzerindeki etkiler, NE Beckage tarafından düzenlendi. New York: Chapman & Hall. 1997b. Çevresel parazitoloji: Parazitler bize insan hakkında ne söyleyebilir?

______.

çevre üzerindeki etkileri? Parazitoloji Bugün 13:251–255.

______, ve AM Kuris. 1996. Deniz zararlılarının biyolojik kontrolü. Ekoloji 77(7):1989– 2000.

Machine Translated by Google

______, ve K. Morris. 1996. Parazitlenmiş killifish'in değişen davranışları artıyor kuşların son konukçuları tarafından avlanmaya yatkınlık. Ekoloji 77(5):1390–1397.

Lankester, ER 1890. Dejenerasyon: Darwinizm'de bir bölüm. İçinde Bilimin ilerlemesi: Ara sıra denemeler ve adresler. Londra: Macmillan.

Lauer, SA, PK Rathod, N. Ghori ve K. Haldar. 1997. Sıtma paraziti ile enfekte olmuş kırmızı hücrelerde besin ithalatı için bir zar ağı. Bilim 276:1122–1125.

Lavine, MD ve NE Beckage. 1996. Manduca sexta'da parazitizm kaynaklı immünosupresyonun geçici modeli. Böcek Fizyolojisi Dergisi 42(1):41–51.

Law, R. 1998. Sömürü yoluyla simbiyoz ve evrimde soyların birleşmesi. Londra Kraliyet Cemiyeti Tutanakları B 265:1245–1253.

Leptak, CL ve JH McKerrow. 1997. Schistosome yumurta granülomları ve TNF-a'nın hepatik ekspresyonu, parazit olgunlaşması sırasında immün prime bağlıdır. Journal of Immunology 158:301–307.

Lester, JE 1995. E. Ray Lankester ve modern İngiliz biyolojisinin yapımı, PJ Bowler tarafından düzenlendi. Londra: British Society for the History of Science Monographs.

Lively, CM 1987. Bir Yeni Zelanda salyangozundan elde edilen cinsiyetin sürdürülmesine dair kanıtlar asalaklık. Doğa 328:519–521.

______. 1996. Konak-parazit birlikte evrimi ve cinsiyet: Biyolojik düşmanlar arasındaki etkileşimler genetik çeşitliliği ve çapraz döllenmeyi sürdürüyor mu? BioScience 46(2):107–114.

LoBue, CP ve MA Bell. 1993. Ara konakçısı Gasterosteus aculeatus'un sestod paraziti Schistocephalus solidus tarafından fenotipik manipülasyon, üç dikenli geri tepme. American Naturalist 142:725–735.

Locksley, RM ve SL Reiner. 1995. Murin leishmaniasis ve CD4+ hücre gelişiminin düzenlenmesi. JC tarafından düzenlenen Parazitolojiye Moleküler Yaklaşımlar'da Boothroyd ve R. Komuniecki. New York: Wiley-Liss.

Lorenz, K. 1989. İnsanlığın azalması. Robert Warren Kickert tarafından çevrildi. Boston: Little, Brown and Co.

Low, BS 1990. Evlilik sistemleri ve insan davranışında patojen stresi. Amerikan Zoolog 30:325–339.

Lutzen, J. ve JT Hoeg. 1995. Akentrodonid rhizocephalan Diplothylacus sinensis'te (Keppen, 1877) (Crustacea: Cirripedia) antennüler penetrasyonlarla spermatogonia implantasyonu. Zooloji Gazetesi 234:201-207.

Lynch, N., IA Hagel, M. Palenque ve MC DiPrisco. 1998. Tropikal bir ortamda atopik ve atopik olmayan çocuklarda helminitik enfeksiyon ile IgE yanıtı arasındaki ilişki. Alerji ve Klinik İmmünoloji Dergisi 101:217–221.

Lythgoe, KA ve AF Oku. 1998. Kızıl Kraliçe'yi Yakalamak mı? Gülün tavsiyesi. Ekoloji ve Evrimdeki Eğilimler 13:473–474.

MacDonald, JF 1995. Değiştirilebilir öğeler: Organizma evriminin olası katalizörleri. Ekoloji ve Evrimdeki Eğilimler 10:123–126.

Marcogliese, DJ ve DK Cone. 1997. Parazit toplulukları

Machine Translated by Google

ekosistem stresi. Parazitoloji 39:227–232.

Margulis, L. 1998. Simbiyotik gezegen: Evrime yeni bir bakış . New York: Temel Kitaplar.

Maynard, BJ, L. DeMartini ve WG Wright. 1996. Polymorphus paradoxus'u barındıran Gammarus lacustris, değ iş en serotonin benzeri immünoreaktivite modelleri gösterir. Journal of Parasitology 82:663–666.

Meredith, SEO ve HB Donuk. 1998. Onchocerciasis: mectizan'ın ilk on yılı tedavi. Parazitoloji Bugün 14:472–473.

Messier, F., ME Rau ve MA McNeill. 1989. Güneybatı Quebec'te Echinococcus granulosus (Cestoda: Taeniidae) enfeksiyonları ve geyik-kurt nüfus dinamikleri. Kanada Zooloji Dergisi 67:216–219.

Milinski, M. 1990. Parazitler ve konak karar verme. Parazitizm ve konukç u davranış ında, CJ Barnard ve JM Behnke tarafından düzenlendi. Londra: Taylor & Francis.

Miller, LH 1996. Koruyucu seç ici basınç . Doğ a 383:480–481.

Minchella, DJ 1985. Asalaklığ a yanıt olarak ev sahibi yaş am öyküsü varyasyonu. parazitoloji 90:205–216.

Møller, AP 1993. Evcil sineklere bulaş an bir mantar, cinsel davranış ı manipüle eder. Davranış sal Ekoloji ve Sosyobiyoloji 33:403–407.

______. 1999. Parazitizm, konakç ı bağ ış ıklık fonksiyonu ve cinsel seç ilim. Üç aylık inceleme Biyoloji 74:3–20.

Moore, J. 1983. Bir yırtıcı kuş a ve onun izopodunun bir acanthocephalan parazitine karş ı tepkisi. Ekoloji 64(5):1000–1015.

______. 1995. Parazitlenmiş hayvanların davranış ları. BioScience 45(2):89–98. ve NJ

______, Gotelli. 1996. Parazitlenmiş konakç ılarda değ iş miş davranış ve duyarlılığ ın evrimsel kalıpları. Evrim 50(2):807–819.

Demirleme, MS ve BL Hart. 1992. Parazitlerden korunmak iç in hayvan gruplandırması: bencil sürü ve karş ılaş ma seyreltme etkileri. Davranış 123:173-193.

Morell, V. 1999. Patojenler kurbağ aları mı öldürüyor? Bilim 284:728–731.

Müller, CB ve P. Schmid-Hempel. 1993. Bombus arılarında parazitoidlere karş ı savunma olarak soğ uk sıcaklığ ın kullanılması. Doğ a 363:65–67.

Müller, M. ve W. Martin. 1999. Rickettsia prowazekii'nin genomu ve mitokondri ve hidrojenozomların kökeni üzerine bazı düş ünceler. BioEssays, 21:377–381.

Naitza, S., F. Spano, KJH Robson ve A. Cristranti. 1998. Apikompleksan parazitlerinin trombospondin ile ilgili protein ailesi: Hücre istilası mekanizmasının diş lileri. Parazitoloji Bugün 14:479–484.

Nelson, GS 1990. İ nsan davranış ı ve helmint enfeksiyonlarının epidemiyolojisi: Kültürel uygulamalar ve mikroepidemiyoloji. CJ Barnard ve JM Behnke tarafından düzenlenen Parazitizm ve konukç u davranış ında. Londra: Taylor & Francis.

Newman, A. 1999. Bir otoimmün solucan tedavisinin peş inde. The New York Times, 31 Ağ ustos 1999, 5.

Niebel, A., G. Gheysen ve M. Van Montagu. 1994. Bitki kist nematodu ve bitki kökü düğ üm nematod etkileş imleri. Parazitoloji Bugün 10(11):424–430.

Nokes, C., SM Grantham-McGregor, AW Sawyer, ES Cooper, BA Robinson ve DAP Bundy. 1992. Trichuris trichiura'nın orta ila ağır enfeksiyonları, Jamaikalı okul çocuklarında bilişsel işlevi etkiler. Parazitoloji 104:539–547.

O'Brien, J. ve DM Skinner. 1990. Çamur yengeci Rhithropanopeus harrisii'de çoklu uzuv ototomisinin tüy dökmeye neden olan uyaranının bir rhizocephalan ile parazitleştirme yoluyla geçersiz kılınması. Crustacean Biology Dergisi 10(3):440–445.

______, ve P. Van Wyk. 1986. Kabuklu parazit kastratörlerin (epicaridean izopodlar ve rizosefal midyeler) kabuklu konakçıların büyümesi üzerindeki etkileri. A. Wenner tarafından düzenlenen Kabuklular Sayıları 3'te.

Penn, D. ve WK Potts. 1998. Kimyasal sinyaller ve parazit aracılı cinsel seçilim. Ekoloji ve Evrimdeki Eğilimler 13:391–396.

Pennisi, E. 1998. Cinsiyetlerin genomik savaşı. Bilim 281:1984–1985.

Peries, H. ve S. Cairncross. 1997. Gine kurdunun küresel olarak yok edilmesi. Parazitoloji Bugün 13(11):431–437.

Poirier, SR, ME Rau ve X. Wang. 1995. Trichinella nativa veya Trichinella pseudospiralis ile enfekte olmuş geyik farelerinin (Peromyscus maniculatus) diel lokomotor aktivitesi. Kanada Zooloji Dergisi 73:1323–1334.

Polak, M. ve WT Starmer. 1998. Parazitin neden olduğu ölüm riski, erkek Drosophila'da üreme çabasını artırıyor. Londra Kraliyet Cemiyeti Tutanakları B 265:2197–2201.

Dust, RI, CA Kabbash, VA Capo, I. Kadan ve DD Despommier. 1997. Trichinella spiralis: Hemşire hücre oluşumu sırasında tip IV ve tip VI kollajenin sentezi. Deneysel Parazitoloji 86:191–199.

Poulin, R. 1994. Konak davranışının parazit manipülasyonunun evrimi: Teorik bir analiz. Parazitoloji 109:S109–S118.

______. 1995. Omurgalılarda parazit topluluklarının filogenisi, ekolojisi ve zenginliği. Ekolojik Monograflar 65(3):283–302.

______. 1998. Parazitlerin evrimsel ekolojisi: Bireylerden topluluklara. Londra: Chapman & Hall.

Press, MC ve JD Graves, ed. 1995. Parazit bitkiler. Londra: Chapman & Hall.

Raibaut, A. ve JP Trilles. 1993. Parazitik kabukluların cinselliği. Parazitolojide Gelişmeler 32:367–444.

Rau, ME 1983. Trichinella spiralis ile enfekte olmuş farelerin açık alan davranışı. Parazitoloji 86:311–318.

______, ve FR Caron. 1979. Geyiğin parazit kaynaklı avlanma duyarlılığı. Kanada Zooloji Dergisi 57:2466–2468.

Okuma, AF ve A. Puanlama. 1995. Parazit tarafından doku göçünün evrimi nematod larvaları. Parazitoloji 111:359–371.

Ribeiro, JMC 1995. Kanla beslenen eklembacaklılar: Canlı şırıngalar veya omurgasızlar farmakologlar? Bulaşıcı Ajanlar ve Hastalık 4:143–152.

Ridley, M. 1993. Kızıl Kraliçe: Cinsiyet ve insan doğasının evrimi. New York: Penguen.

Robb, T. ve ML Reid. 1996. Cestod bulaş mış böceklerin davranış ında parazit kaynaklı değ iş iklikler: Adaptasyon mu yoksa basit patoloji mi? Kanada Zooloji Dergisi 1268–1274.

Roberts, LS ve J. Janovy. 2000. Gerald D. Schmidt ve Larry Roberts'ın Vakfı parazitoloji. 6. baskı Dubuque, IA: McGraw-Hill.

Robertson, HM 1997. Yassı kurtlarda ve hidralarda ç oklu mariner transpozonları böceklerle alakalıdır. Kalıtım Dergisi 88:195–201.

Robinson, J. 1962. Pilobolus spp. ve enfektif larvaların ç evirisi Dış kıdan otlaklara Dictyocaulus viviparus. Doğ a 193:353–354.

Rohde, K. 1994. Parazitlerde niş kısıtlaması: Yakın ve nihai nedenler. Parazitoloji 109:S69–S84.

Roos, DS, MJ Crawford, RGK Donald, JC Kissinger, LJ Klimczak ve B. Çizgili. 1999. Apikompleksan plastidin kökeni, hedeflenmesi ve iş levi. Mikrobiyolojide Güncel Görüş 2:426–432.

Ross, R. ve D. Thomson. 1910. Kesin sayım yöntemleriyle incelenen bir uyku hastalığ ı vakası: Ek gözlemler. Kraliyet Tropikal Tıp Derneğ i Tutanakları 82:395–409.

Roth, DB ve NL Craig. 1998. VDJ rekombinasyonu: Bir transpozaz ç alış maya baş lar. Hücre 94:411–414.

Roy, BA 1993. Bir bitki patojeninin ç iç ek taklidi. Doğ a 362:56–58.

Russell, PF 1955. Man's mastery of malarya. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları.

Schantz, T. von, H. Wittzell, G. Goransson, M. Grahn ve K. Persson. 1996. MHC genotipi ve erkek süslenmesi: Hamilton-Zuk modeli iç in genetik kanıt. Londra Kraliyet Cemiyeti Tutanakları B 263:265–271.

Schofield, AE, DM Reardon ve MJA Tanner. 1992. Kalıtsal ovalositik kırmızı kan hücrelerinde anormal bant 3'ün hatalı anyon taş ıma aktivitesi. Doğ a 355:836–838.

Schrag, SJ, A. Mooers, GT Ndifon ve AF Read. 1994a. Eş zamanlı bir hermafrodit salyangozda erkek aş ma yeteneğ inin ekolojik bağ ıntıları. American Naturalist 143:636–655.

______, GT Ndifon ve AF Okuma. 1994b. Sıcaklıkla belirlenen ç aprazlama yeteneğ i eş zamanlı bir hermafrodit salyangozun vahş i popülasyonlarında. Ekoloji 75:2066–2077.

Senok, AC, K. Li, EAS Nelson, LM Yu, LP Tian ve SJ Oppenheimer. 1997. Plasmodium falciparum'un istilası ve büyümesi fraksiyone talasemik eritrositlerde inhibe edilir. Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene İ ş lemleri 91:138–143.

Sher, A. 1995. Parazitler tarafından hücre aracılı bağ ış ıklığ ın düzenlenmesi: Önemli bir konak adaptasyonunun iniş ve ç ıkış ları. JC Boothroyd ve R. Komuniecki tarafından düzenlenen Molecular Approaches to Parasitology'de. New York: Wiley-Liss.

Sheratt, DJ, ed. 1995. Mobil genetik elementler. New York: IRL Basın.

Shi, YP, SE Hasnain, JB Sacci, BP Holloway, J. Fujioka, N. Kumar, R. Wohlheuter, SL Hoffman, WE Collins ve AA Lal. 1999. İ mmünojenisite ve

rekombinant ç ok aş amalı Plasmodium falciparum aday aş ısının in vitro koruyucu etkinliğ i. Ulusal Bilimler Akademisi Tutanakları 96:15–20.

Shorthouse, JD ve O. Rohfritsch, editörler. 1992. Böcek Kaynaklı Safraların Biyolojisi. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları.

Simberloff, D. ve P. Stiling. 1996. Biyolojik kontrol ne kadar riskli? Ekoloji 77 (7):1965–1974.

Sinden, RE 1985. Bir hücre biyoloğ unun konakç ı hücre tanıma ve sıtma parazitleri tarafından istilaya iliş kin görüş ü. Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene İ ş lemleri 79:598–605.

Sorci, G. ve J. Clobert. 1995. Adi kertenkelede (Lacerta vivipara) yavru yaş am öyküsü özellikleri üzerinde anne parazit yükünün etkileri. Journal of Evolutionary Biology 8:711–723.

Spithill, TW ve JP Dalton. 1998. Karaciğ er fluke aş ısının geliş tirilmesinde ilerleme. Parazitoloji Bugün 14 (6):224–228.

Steenstrup, J. 1845. Nesillerin münavebesi üzerine; veya Hayvanların alternatif nesiller aracılığ ıyla ç oğ alması ve geliş mesi: Hayvanların alt sınıflarındaki genç leri beslemenin kendine özgü bir biç imi. Londra: Ray Topluluğ u.

Stevens, JR ve W. Gibson. 1999. Tripanozomların moleküler evrimi. Parazitoloji Bugün 15:432–436.

Stewart, GR ve MC Press. 1990. Parazitik kapalı tohumluların fizyolojisi ve biyokimyası. Bitki Fizyolojisi ve Bitki Moleküler Biyolojisinin Yıllık İ ncelemesi 41:127–151.

Strand, MR ve M. Grbic. 1997. Poliembriyonik parazitoitlerin yaş am öyküsü ve geliş imi. Parazitler ve Patojenler: Konak Hormonları ve Davranış ları Üzerindeki Etkiler, NE Beckage tarafından düzenlendi. New York: Chapman & Hall.

Stunkard, HW 1955. Freedom, esaret ve refah devleti. Bilim 121:811–816.

Su, X., LA Kirkman, H. Fujioka ve TE Wellems. 1997. ~330 kDa proteindeki kompleks polimorfizmler, Güneydoğ u Asya ve Afrika'da klorkin direnç li P. falciparum ile bağ lantılıdır. Hücre 91:593–603.

Sukhdeo, MVK 1997. Dünyanın üç üncü ortamı: Solucanın bakış ı. Biyobilim 47 (3):141–52.

Sukhdeo, SC, MVK Sukhdeo, MB Black ve RC Vrijenhoek. 1997. Bir protein kodlayan mitokondriyal genden ç ıkarılan parazitik nematodlarda (Nematoda: Strongylida) doku göç ünün evrimi. Linnean Society'nin Biyolojik Dergisi 61:281–298.

Sures, B., R. Siddall ve H. Taraschewski. 1999. Birikme göstergeleri olarak parazitler ağ ır metal kirleticiler. Parazitoloji Bugün 15:16–21.

Taylor, MI, G. Turner, RL Robinson ve JR Stauffer. 1998. Çardak yapan bir ç iklit balığ ında cinsel seç ilim, parazitler ve ç ardak yüksekliğ i eğ riliğ i. Hayvan Davranış ı 56:379–384.

Thompson, JN 1994. Birlikte evrim süreci. Chicago: Chicago Üniversitesi Basmak.

______. 1998. Ekolojik bir süreç olarak hızlı evrim. Ekoloji ve Evrimdeki Eğ ilimler 13:329–332.

Thompson, SN 1993. Konak metabolizmasının yönlendirilmesi ve parazit beslenmesi üzerindeki etkileri. NE Beckage, SN Thompson ve BA Federicic tarafından düzenlenen Parazitler ve Böceklerin Patojenleri'nde. New York: Akademik Basın.

Tierney, JF, FA Huntingford ve DWT Crompton. 1993. Schistocephalus solidus'un (Cestoda) enfektivitesi ile ara konağ ı olan üç dikenli geri tepme Gasterosteus aculeatus'un anti-yırtıcı davranış ı arasındaki iliş ki. Hayvan Davranış ı 46:603–605.

Tinsley, RC 1990. Parazit enfeksiyonunun spadefoot'ta ç iftleş me baş arısı üzerindeki etkisi kurbağ alar, Scaphiopus couchi. Amerikan Zoolog 30:313–324.

______. 1995. İ kiyaş ayış lılarda parazitik hastalık: Solucan yüklerinin düzenlenmesiyle kontrol. Parazitoloji 111:S153–S178.

Vance, SA 1996. Mermitid bulaş mış mayıs sineklerinde morfolojik ve davranış sal cinsiyet değ iş imi. Londra Kraliyet Cemiyeti Tutanakları B 263:907–912.

Viney, ME 1999. Strongyloides ratti'nin yaş am döngüsünden yararlanma. Parazitoloji Bugün 15:231–235.

Villereal, LP 1997. Virüsler, cinsiyet ve annelik üzerine. Journal of Virology 71:859–865.

Volk, T. 1998. Gaia'nın bedeni: Dünyanın fizyolojisine doğ ru. New York: Kopernik.

Waller, RF, PJ Keeling, RGK Donald, B. Stripen, E. Handman, N. Lang-Unnasch, AF Cowman, GS Besra, DS Roos ve GI McFadden. 1998. Nükleer kodlu proteinler, Toxoplasma gondii ve Plasmodium falciparum'daki plastidi hedefler. Ulusal Bilimler Akademisi Tutanakları 95:12352–12357.

Webb, TJ ve H. Hurd. 1999. Böcek üremesinin parazit kökenli ajanlar tarafından doğ rudan manipülasyonu. Londra Kraliyet Cemiyeti Tutanakları B 266: 1537–1541.

Weiner, J. 1994. İ spinoz gagası: Kendi zamanımızda bir evrim hikayesi. New York: Knopf.

Werren, JH 1998. Wolbachia ve türleş me. Sonsuz formlarda: Türler ve Türleş me, DJ Howard tarafından düzenlendi. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları.

White, A. Clinton, P. Robinson ve R. Kuhn. 1997. Taenia solium sistiserkoz: konakç ı parazit etkileş imleri ve bağ ış ıklık tepkisi. Kimyasal İ mmünoloji 1997:209–230.

Wilson, C. 1995. Görünmez dünya: Erken modern felsefe ve mikroskop. Princeton: Princeton Üniversitesi Yayınları.

Wilson, RA ve PS Coulson. 1998. Neden bir schistosomiasis aş ımız yok? Parazitoloji Bugün 14(3):97–99.

Woese, CR 1998. Evrensel ata. Ulusal Bilimler Akademisi Tutanakları 95:6854–6859.

Worboys, M. 1983. Parazitolojinin ortaya ç ıkış ı ve erken geliş imi. Parazitoloji: Küresel bir bakış aç ısı, KS Warren ve JZ Bowers tarafından düzenlendi. New York: Springer-Verlag.

______. 1996. Mikroplar, sıtma ve Manson tropikal tıbbının icadı:

Machine Translated by Google

"Tropik Bölgedeki Hastalıklar"dan "Tropik Hastalıklar"a. Sıcak iklimler ve batı tıbbında: Tropikal tıbbın ortaya çıkışı, 1500–1900, D. Arnold tarafından düzenlendi.
Amsterdam: Rodop.

Wykoff, RF 1987. Parazitoz sanrıları: Bir gözden geçirme. Bulaşıcı Hastalıkların Gözden Geçirilmesi 9:433–437.

Wynn, TA, AW Cheever, D. Jankovic, RW Poindexter, P. Caspar, FA Lewis ve Alan Sher. 1995. Şistozom enfeksiyonunun neden olduğu fibrozu önlemek için bir IL-12 bazlı aşılama yöntemi. Doğa 376:594–596.

Xiong, Y. ve T. Eickbush. 1990. Retroelementlerin kökeni ve evrimi bunların ters transkriptaz dizileri. EMBO Dergisi 9:3353–3362.

Zimmer, C. 1998. Suyun Kenarında: Makroevrim ve Yaşamın Dönüşümü.
New York: Özgür Basın.

Zuk, M., TS Johnsen ve T. Maclarty. 1995. Kırmızı orman kuşlarında endokrin-bağışıklık etkileşimleri, süs eşyaları ve eş seçimi. Londra Kraliyet Cemiyeti Tutanakları B 260:205–210.

teş ekkürler

Bu kitabı gerek bizzat, gerekse telefon hatları ve modemler aracılığ ıyla birç ok bilim adamının beynini kurcalayarak araş tırdım. Taslağ ın tamamını okuyan Larry Roberts'a özellikle teş ekkürler. Tüm bu bilim adamlarını, herhangi bir parazitin ev sahibini selamlaması gerektiğ i gibi selamlıyorum. Teş ekkürlerim:

Greta Smith Abi
Jonathan Baskın
Nancy Beckage
George Benz
Manuel Berdoy
Jeff Boettner
daniel brooks
Janine Caira
Dickson Despommiers
Andrew Dobson
Thomas Eickbush
Gerald Esch
Donald Feener
Michael Foley
Scott Gardner
Matthew Gilligan
Bryan Grenfell
Ah Harrison
Lord Hazretleri
Eric Hoberg
Jens Hoeg
Peter Hotez
Stephen Howard
Frank Howarth
Michael Huffman
Hillary Hurd
Todd Hüspeni
Mark Huxham
John Janovy
daniel janzen
Aase Jesperson

Pieter Johnson
martin süvarileri
Kristof Kral
Yakup Koella
Stuart Krasnoff
Armand Kuris
kevin lafferty
Curtis Canlı
Philip LoVerde
David Marcogliese
Scott Miller
Katherine Milton
Anders Moller
Janice Moore
Thomas Nutman
Jack O'Brien
Richard O'Grady
Norman Hızı
Edward Pearce
Barbara Peckarsky
Kirk Phares
Stuart Pimm
Ramona Tozu
Miki Zengin
Larry Roberts
david ross
Mark Siddall
Joseph Schall
Phillip Scott
Andreas Schmidt-Rhaesa
Senok'un kemanı
Michael Sahili
Michael Sukhdeo
suzanne sukhdeo
Richard Tinsley
John Thompson
Nelson Thompson
Mark Torchin
Joel Weinstock

Clinton Beyaz

marlene zuk

Ayrıca, tarihle ilgili bazı iç görüler iç in David Berreby'ye, solucan bağ lantısını kurduğ u iç in Jonathan Weiner'a, parazit film maratonuna ev sahipliğ i yaptığ ı ve bunun dış ında garip bir saplantıya müsamaha gösterdiğ i iç in Grace Farrell'e, onu gördüğ ünde bereketli bir dehş eti fark ettiğ i iç in Eric Simonoff'a ve editörüme teş ekkürler. Her zamanki gibi her ş eyin gerç ekleş mesini sağ layan Stephen Morrow.

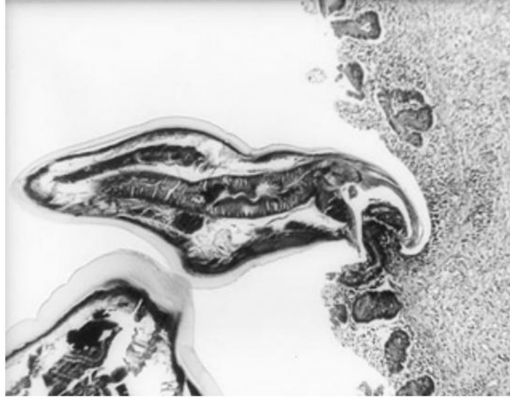
Machine Translated by Google

dizin

Machine Translated by Google

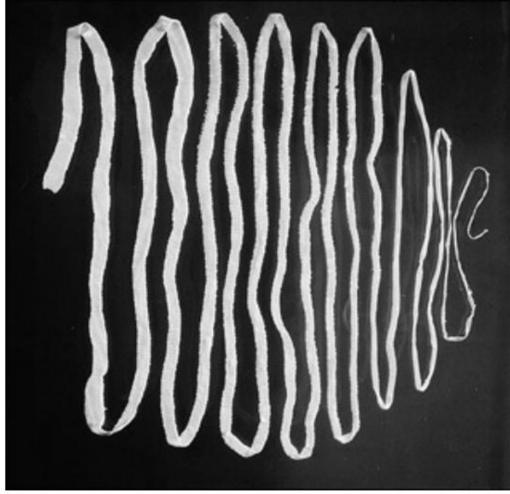


MALCOLM JONES, MİKROSKOPİ VE MİKRO ANALİZ MERKEZİ, QUEENSLAND ÜNİVERSİTESİ

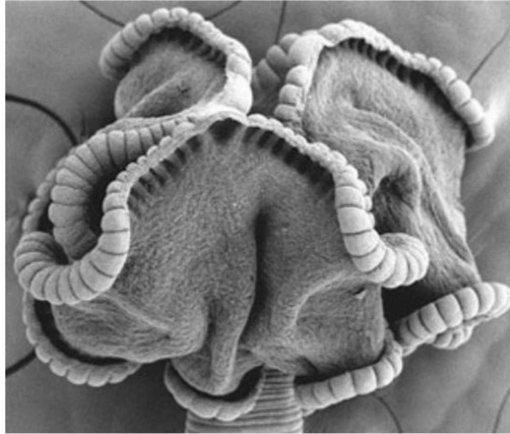


AFIP NEG. HAYIR.

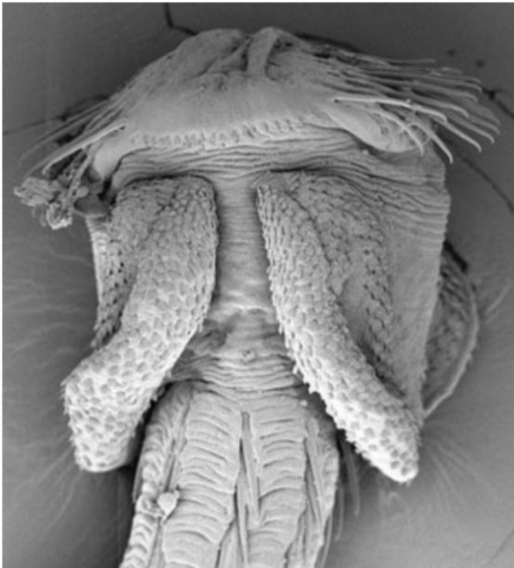
71-3163 Kancalı kurtlar 1,3 milyar insanın iç inde yaş ıyor. Güç lü diş lerini bağ ırsak duvarının bir parç asını (iç kısım) yırtmak ve yaradan kan iç mek iç in kullanırlar.



Altmış   fit uzunluğ a ulaş an tenyalar, insanlarda yaş ayan en büyük parazitlerdir.



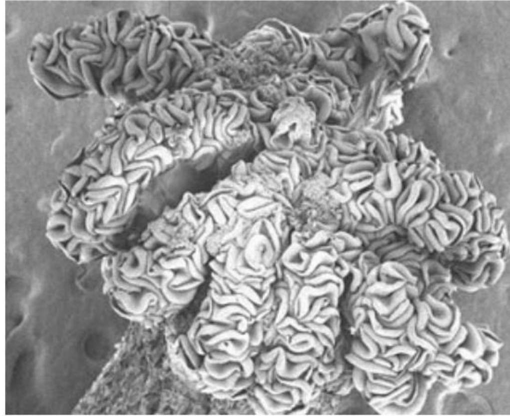
CLAIRE HEALY, CONNECTIUT ÜNİ VERSİ TESİ



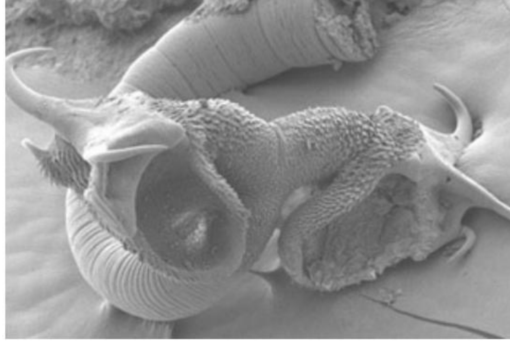
CONNECTIUT ÜNİ VERSİ TESİ 'NDEN KIRSTEN JENSEN'İ N İ ZNİ YLE



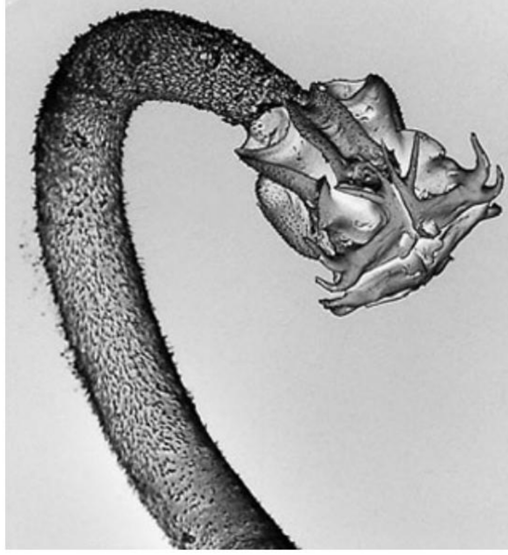
DANIEL BROOKS



CLAIRE HEALY

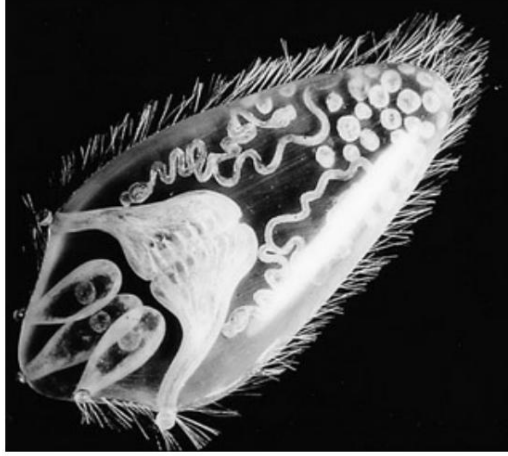


KIRSTEN JENSEN'İ N İ ZNİ YLE



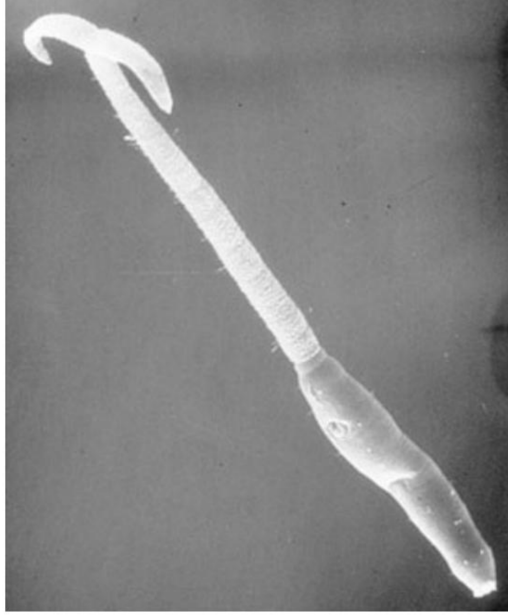
DARLYNE MURAWSKI

Çeş itli hayvanlarda yaş ayan bilinen 5.000 tenya türü vardır ve muhtemelen daha binlercesi keş fedilmeyi beklemektedir. Her birinin, kendisini ev sahibinin vücuduna yerleş tirmek iç in özel olarak uyarlanmış bir kafası vardır.



AFIP NEG. HAYIR.

218934-42 Schistosoma (kan paraziti olarak da bilinir) 200 milyondan fazla insanı enfekte eder. Yumurtaları tatlı suda ç atlar ve genç parazit bir salyangoz arar.



Salyangozun iç inde parazit, sercaria adı verilen füze ş eklindeki bir aş ama üretmeden önce birkaç nesilden geç er.



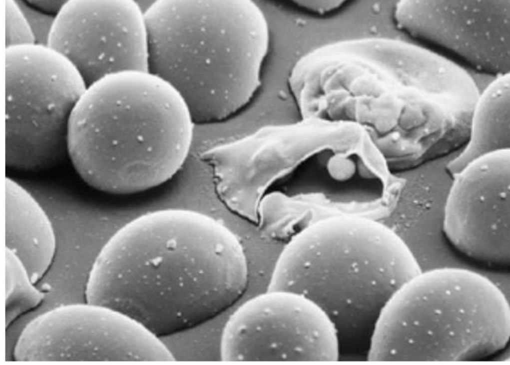
MING WONG

Cercaria daha sonra insan derisine nüfuz eder ve sonunda insan konağ ının damarlarında sona eren bir yetiş kin haline gelir.



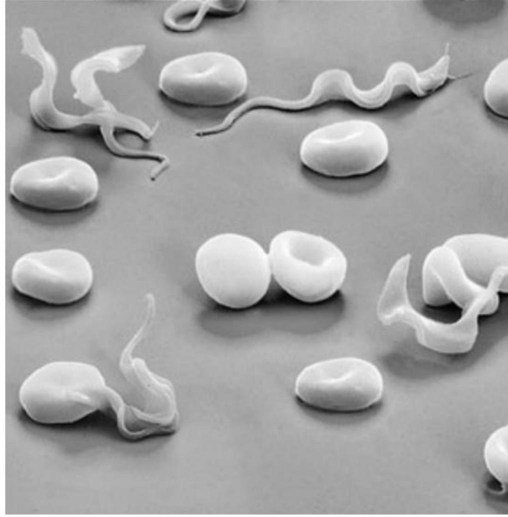
DICKSON DESPOMMIERS

Triş inoza neden olan Triş inella istisnai bir parazittir: virüs gibi yaş ayan bir hayvan. Larvaları, tek tek kas hücrelerine nüfuz eder ve hücreleri daha rahat bir yuva haline getirmek iç in kasın DNA'sının kontrolünü ele geç irerek iç eride kıvrılır .

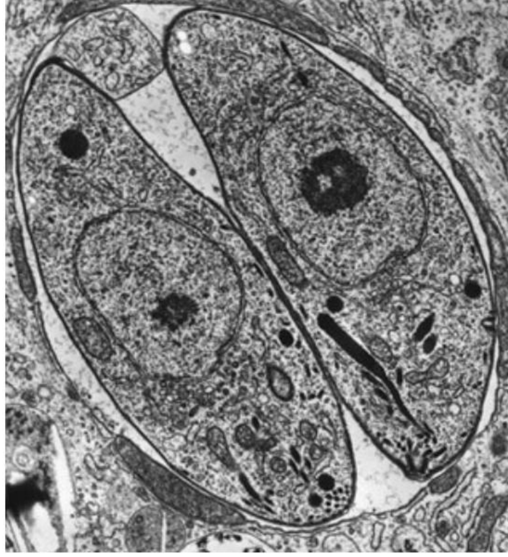


LENNART NILSSON/ALBERT BONNIERS FORLAG AB

Tek hücreli parazit Plasmodium falciparum sıtmaya neden olur. Burada yeni nesil bir parazit bir kırmızı kan hücresinden fış kırır.

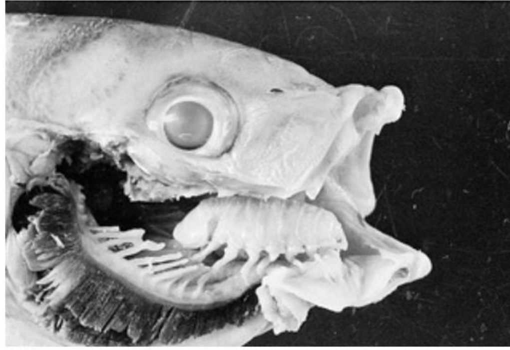


Sol alt: Başka bir tek hücreli parazit olan Trypanosoma brucei, uyku hastalığının nedenidir.



DAVID ROOS

Toxoplasma gondii (burada bir konakç ı hücrenin iç inde yuvalanmış olarak gösterilmiş tir) Dünya üzerindeki en baş arılı parazitlerden biridir: dünyanın bazı bölgelerinde insanların yüzde 90'ı bunu vücutlarında taş ır.



MATTHEW GILLIGAN



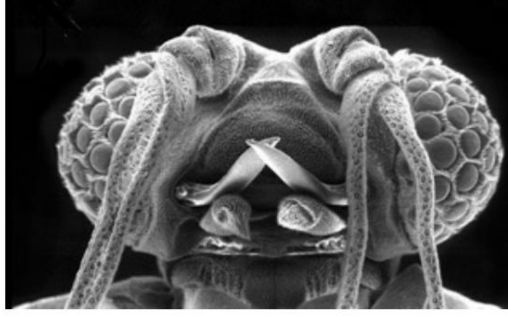
MATTHEW GILLIGAN

Parazitler genellikle yaş amak iç in ç ok özel ve tuhaf yerler seç erler. Bu kabuklu, bir balığ ın ağ zını iş gal eder, dilini yutar ve dilin yerini alır. Daha sonra bir dil gibi davranır; balık avını kavramak ve yutmak iç in kullanabilir.



GEORGE BENZ, GÜNEYDOĞ U SU ARAŞ TIRMALARI ENSTİ TÜSÜ VE JEFF BRASWELL, DUPONT Baş ka bir seç ici parazit kabuklu Ommatokoita elongata'dır. Sadece Kuzey Kutbu buzunun altında dolaş an Grönland köpekbalıklarında yaş ar. Üstelik Ommatokoita sadece gözlerinde yaş ar, özel olarak uyarlanmış bacaklarıyla gözlerin jölesine tutunur.

FOTOĞ RAF MARIANNE ALLEYNE VE NANCY BECKAGE Böcekler, diğ er böceklere asalaklık yapma konusunda ustadırlar. Parazitik yaban arıları yumurtalarını tırtılların iç ine bırakır ve larvalar, dış arı ç ıkıp koza örmeden önce yaş ayan konakç ılarını yavaş ç a yutar.



ELKE BUSCHBECK, BIRGIT EHMER/CORNELL ÜNİ VERSİ TESİ Xenos peckii adlı böcek, asalak

olmayan kağ ıt eş ek arılarını ev sahibi yapar. Yumurtaları ç atladığ ında diş i iç eride kalır ve ev sahibinin cinsel organlarını yerken, erkek dış arı ç ıkıp bir eş bulmak iç in baş ka bir yaban arısına uç ar. Bir yetiş kin olarak erkeğ in yaş amak iç in yalnızca birkaç saati vardır; sonuç olarak, bir eş bulmaya yardımcı olmak iç in olağ anüstü gözler geliş tirdi. Her biri kendi retinasıyla donatılmış 100 minyatür göze sahiptir ve kendi görüntüsünü tam olarak oluş turabilmektedir.

sahip olmak.



CHARLES VE FANNY BREWER-CARIAS Bir
parazit ev sahibini tükettiğ inde kaç ması gerekir. Bir karıncadan bir mantar ç ıkar.

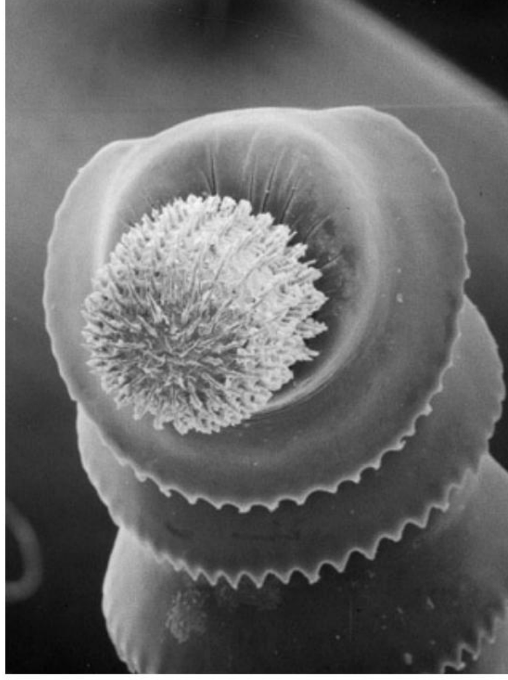


ANDREAS SCHMIDT-RHAESA

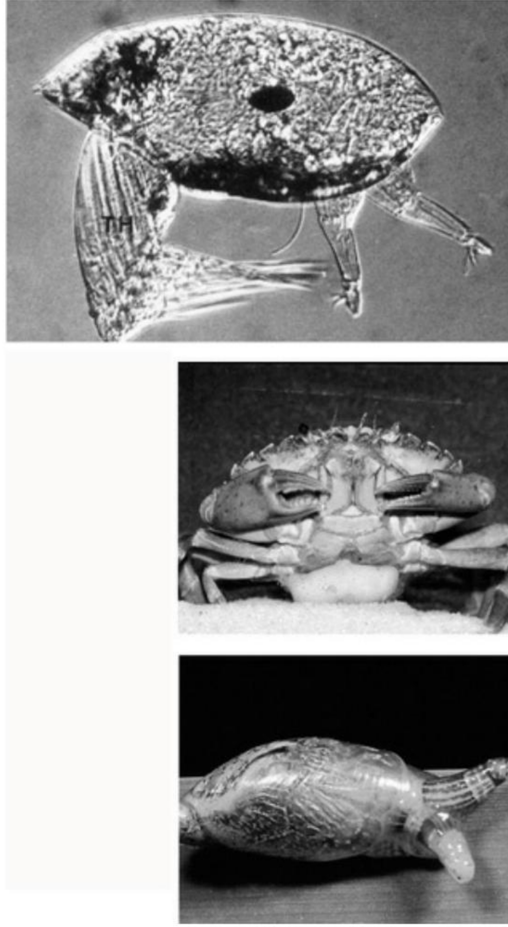
Nematomorf adı verilen solucan benzeri bir parazit, kriket konakç ısından kaç ar.



THOMAS DUNAGAN



Diken başlı solucanlar, birçok parazit gibi yaşamları boyunca iki veya daha fazla konakta yaşarlar. Birçoğu başlangıçta böceklerde veya kabuklularda yaşar ve daha sonra kuşlar gibi yırtıcı hayvanlara geçer. Parazitler, bu avcıların arasına girmek için ara konakçılarını aptal ve gözüpek hale getirir ve böylece kolayca avlanırlar.



JENS HOEG

Üst: Asalak midye Sacculina carcini yengeç leri istila eder ve tüm vücutlarını bir kök ağ ıyla doldurur. Yengecin kendi yumurta kesesinin olması gereken yerde (ortada) larvalarla dolu bir kese oluş turur ve yengeci yavrusuna bakmaya zorlar.

TODD HUSPENI, CALIFORNIA ÜNİ VERSİ TESİ , SANTA BARBARA TODD HUSPENI, CALIFORNIA ÜNİ VERSİ TESİ , SANTA BARBARA Alt: Salyangozlar, Leucochloridium paradoxum tesadüfü ile enfekte olduklarında da korkunç bir ş ekilde kurban olabilirler . Parazitin son konakç ıları kuş lardır. Parazit, dikkatlerini ç ekmek iç in salyangozun ş effaf dokunaç larına tırmanır. Dokunaç ların arasından görülebilen ç izgili kelebekler, tırtıla benzerler ve aç kuş ların dikkatini ç ekerler.



DAVID KJAER/BBCWILD

Guguk kuş ları özel bir tür parazittir; diğ er hayvanların iç inde yaş amazlar ama ebeveyn bakımını ç alarlar. Yumurtalarını diğ er kuş türlerinin yuvalarına bırakırlar ve onları yetiş tirmeleri iç in koruyucu ebeveynleri kandırırlar. Burada bir kamış ötleğ eni, kendi yavrusunun yerini almış dev guguk yavrusunu seyrediyor.



Sadece birkaç insan paraziti yok olmanın eşiğinde. Yüzyıllar boyunca insanlar gine solucanlarını çubuklara hafifçe sararak bacaklarından çıkardılar.
Halk sağlığı kampanyaları, gine solucanlarını yılda 100.000'den az vakaya indirdi ve paraziti tamamen ortadan kaldırmanın eşiğinde.

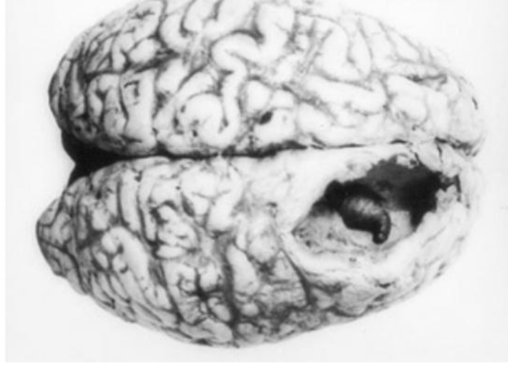


1998'de, lenf düğ ümlerini tıkayan mikroskobik solucanların neden olduğ u fil hastalığ ını yok etmek iç in yeni bir kampanya baş latıldı.



AFIP NEG. HAYIR.

68-2740 Parazitler bazen hata yapar ve sonuç ları ölümcül olabilir. Normalde tenyalar, insanlara geç meden önce inekler veya domuzlar gibi ara konaklarda bir kist iç inde olgunlaş ır. Ancak yumurtaları bir insan vücuduna girerse, devam edecekler ve yine de genellikle beyinde bir kist oluş turacaklar.



AFIP NEG. HAYIR. N-50807

Bir botsineğ i yumurtalarını bıraktı ve beynine girdi.



FOTOĞ RAF MICHAEL A. HUFFMAN

Ev sahipleri, her zaman var olan parazit tehdidini savuş turmak iç in yollar geliş tirmek zorunda kaldı.
Ş empanzeler, istilacılarla savaş mak iç in ş ifalı bitkiler yerler.



FOX/EVERETT KOLEKSİ YONU

Hollywood'un parazitlerin karmaşıklığına ve kurnazlığına sağlıklı bir saygısı var. The X-Files adlı televizyon programında , bir mantar insanlara, bazı gerçek mantarların böceklere saldırdığı gibi saldırır.



EVERET KOLEKSİ YONU

Alien film serisinde , asalak eş ek arılarından esinlenerek yaratılan bir yaratık, yavrularını konakç ı insanların göğ üslerine yerleş tirir.